

บทที่ 3
โลกภายใต้อำนาจของชาวตะวันตก
(ค.ศ. 1763—1914)

เค้าโครงเรื่อง

1. การปฏิวัติวิทยาศาสตร์และการปฏิวัติอุตสาหกรรม
 - 1.1 การปฏิวัติวิทยาศาสตร์
 - 1.2 การปฏิวัติอุตสาหกรรม
2. การปฏิวัติอุตสาหกรรมส่งผลกระทบต่อโลกทั่วไป
 - 2.1 จักรวรรดิอาณานิคมปรับเปลี่ยนเป็นแบบยุโรป
 - 2.2 จักรวรรดินิยมแบบใหม่
 - 2.3 ผลกระทบจากลัทธิจักรวรรดินิยมแบบใหม่
3. ทวีปอเมริกาและประเทศในเครือจักรภพอังกฤษ
 - 3.1 การเมืองแบบยุโรป
 - 3.2 เศรษฐกิจแบบยุโรป
 - 3.3 วัฒนธรรมแบบยุโรป
4. โลกสากล

สาระสำคัญ

1. การปฏิวัติวิทยาศาสตร์และการปฏิวัติอุตสาหกรรมเป็นผลสืบเนื่องจากความเจริญก้าวหน้านับตั้งแต่สมัยเรอแนสซองส์เป็นต้นมา จนชาวยุโรปได้ขยับขยายออกสู่แดนโพ้นทะเล

2. การปฏิวัติวิทยาศาสตร์และการปฏิวัติอุตสาหกรรม และการปฏิวัติทางการเมือง เป็นปัจจัยสำคัญที่ส่งให้ชาวยุโรปทรงพลังอำนาจจนสามารถครองโลกได้ในคริสต์ศตวรรษที่ 19

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. สามารถอธิบายความหมายและความสำคัญของการปฏิวัติวิทยาศาสตร์และการปฏิวัติอุตสาหกรรมได้
2. สามารถอธิบายได้ว่าการปฏิวัติอุตสาหกรรมส่งผลกระทบต่อโลกทั่วไปได้อย่างไร
3. อธิบายให้เข้าใจได้เรื่องจักรวรรดินิยมแบบใหม่ว่ามีลักษณะแตกต่างจากจักรวรรดินิยมที่เคยมีมาก่อนอย่างไรและโลกมีความเป็นสากลอีกครั้งอย่างไร

ระหว่าง ค.ศ. 1763–1914 ประเทศยุโรปมีอำนาจครอบงำโลกส่วนใหญ่ การขยายอำนาจเป็นผลสืบเนื่องจากปัจจัยหลายประการ ได้แก่ ความเจริญแบบเรอแนสซองส์ เป็นต้น ในการพัฒนาเหตุการณ์ มีการปฏิวัติครั้งใหญ่เกิดขึ้นในสามประการ ได้แก่ การปฏิวัติวิทยาศาสตร์ การปฏิวัติอุตสาหกรรม และการปฏิวัติทางการเมือง ปรากฏการณ์ทั้งสามยังผลให้ยุโรปทรงพลังอำนาจอย่างหาใครต้านทานได้ยาก การปฏิวัตินี้ไม่เป็นอิสระจากกันแต่ขึ้นต่อกันและสนองตอบกันอย่างต่อเนื่อง นิวตันค้นพบกฎที่ควบคุมวิถีโคจรของดวงดาวในท้องฟ้าได้ ดาร์วินแสดงความรู้เกี่ยวกับการพัฒนาทางชีวภาพ ความรู้ทั้งสองประการส่งผลอย่างลึกซึ้งต่อความคิดทางการเมือง การพัฒนาเทคโนโลยีเช่นการพิมพ์และโทรพิมพ์ส่งผลต่อความคิดชาตินิยมแบบใหม่ ในทางกลับกันการเมืองก็ส่งผลต่อวิทยาศาสตร์ เช่น การปฏิวัติฝรั่งเศสผลักดันวิทยาศาสตร์ให้ก้าวหน้ามากขึ้น

1. การปฏิวัติวิทยาศาสตร์และการปฏิวัติอุตสาหกรรม

ในรอบสองร้อยปีที่ผ่านมา มนุษยชาติเจริญก้าวหน้าทางวัตถุมากกว่าที่เคยเป็นมาราว 5,000 ปีก่อนหน้านั้น ในคริสต์ศตวรรษที่ 18 มนุษย์มีความเป็นอยู่เช่นที่เคยเป็นในสมัยอารยธรรมอียิปต์และเมโสโปเตเมีย คือใช้วัสดุก่อสร้างอย่างเดิม ใช้สัตว์ขนถ่ายสินค้าและพาสัญจร เรือต้องอาศัยฝีพาย ต้องออกแรงฝีมือทอผ้า อาศัยแสงเทียนและคบช่วยส่องทางสว่าง แต่ปัจจุบันมีโลหะและพลาสติกเป็นวัสดุทำสิ่งของแทนหินและไม้ มีรถไฟ รถเก๋ง รถยนต์ เครื่องบินแทนวัวควายม้า และลา ใช้พลังไอน้ำและดีเซล และพลังอะตอม เป็นต้น แทนแรงลมและแรงคน ใช้ใยสังเคราะห์แทนผ้าขนสัตว์ และลिनิน ไฟฟ้าเป็นพลังงานให้แสงสว่างและเป็นแหล่งพลังงานอันสำคัญเพื่อการใช้งานมากมายนานัปการ เพียงกดสวิทช์เท่านั้น

การปฏิวัติเกษตรกรรมช่วยให้อารยธรรมเกิดขึ้น หลังจากนั้นไม่ส่งผลต่อความเจริญอย่างใดอีก แต่เทคโนโลยีทางวิทยาศาสตร์ด้วยความรู้เกี่ยวกับวัฏจักรมียังผลให้เจริญเรื่อยมาได้ไม่หยุด วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเป็นสากลตั้งอยู่บนพื้นฐานของกรรมวิธี เป็นที่ยอมรับโดยทั่วไปสำหรับโลกที่ต้องการพิสูจน์แสดง เป็นสิ่งที่อารยธรรมตะวันตกสร้างขึ้น ชาวตะวันออกและทุกชาติต่างยอมรับและแสวงหา เพราะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีชาวตะวันตกจึงครองโลกได้ในคริสต์ศตวรรษที่ 19 ปัจจุบันพวกที่เคยขึ้นต่ออำนาจตะวันตกยังพยายามสร้างดุลยภาพโดยเรียนรู้ศาสตร์เกี่ยวกับความยิ่งใหญ่ของโลกตะวันตกและเป็นสิ่งซึ่งได้ให้ไว้กับมนุษยชาติทั้งหมด

1.1 การปฏิวัติวิทยาศาสตร์

ตั้งแต่สมัยโบราณจนถึงยุคกลาง อียิปต์และเมโสโปเตเมีย กรีกและโลกมุสลิมเจริญก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ แต่ชาวตะวันตกทำให้วิทยาศาสตร์กลายเป็นสิ่งจำเป็นในสังคมทั่วไป นักปราชญ์ นักวิทยาศาสตร์ และช่างฝีมือจะส่งเสริมกระตุ้นเร้ากันและกันและมีความเป็นอันหนึ่งอันเดียวกัน ด้วยสภาพการณ์เช่นนี้ วิทยาศาสตร์จึงเจริญก้าวหน้าอย่างยิ่งยวดในโลกตะวันตกอย่างไม่เคยปรากฏมาก่อน

ข้อแตกต่างระหว่างช่างฝีมือและนักวิทยาศาสตร์ คือ ช่างจะรู้วิธีว่าจะทำสิ่งหนึ่งสิ่งใดขึ้นได้อย่างไร เช่น ปั้นหม้อ ก่อสร้างบ้านเรือน ต่อเรือ แต่ไม่รู้ว่าจะทำไมจึงเป็นเช่นนั้นได้ แต่ผู้ที่เป็นักวิทยาศาสตร์จะสร้างสิ่งใดขึ้นจะต้องมีแนวคิดและแบบแผนที่เชื่อมโยงกันเป็นลำดับ การสังเกตทดลองยังผลให้เกิดประสบการณ์ และใช้ประสบการณ์เพื่อสังเกตทดลองเรื่อยไป ช่างฝีมือขาดแผนความคิดอันเป็นพื้นฐานของวิทยาศาสตร์ นักปราชญ์มีแผนความคิด ปราชญ์คือนักคิดหรือปัญญาชนในปัจจุบัน แต่ปราชญ์เหล่านี้มักไม่ได้ให้คำตอบในเรื่องที่เกี่ยวกับชีวิตประจำวัน มักสนใจความจริงชั่วนิรันดรและเรื่องราวจักรวาลที่ปะติดปะต่อไม่ได้ ปราชญ์และช่างฝีมือทำงานร่วมกันเป็นบางเวลา เช่น ในการผลิตปฏิทินหรือเครื่องช่วยนำร่อง จนกระทั่งทุกวันนี้ก็ยังมีลักษณะการแบ่งแยกการทำงานของนักคิดกับผู้ลงแรงออกจากกัน แต่ชาวตะวันตกประสบความสำเร็จที่สามารถรวมงานของนักคิดกับช่างฝีมือ คือรู้ว่าทำอย่างไรกับรู้ว่าทำไมจึงเป็นเช่นนั้นเข้าใจได้ด้วยกันได้ เป็นพื้นฐานและแรงส่งให้วิทยาศาสตร์เป็นพลังสำคัญอยู่ทั่วไปได้จนถึงปัจจุบัน

เหตุที่ชาวตะวันตกประสบความสำเร็จเนื่องจากนักมนุษยนิยมสมัยเรอแนซซองส์ เรียนรู้หลักวิทยาการของกรีกโรมัน ประกอบกับบรรยากาศทางสังคมของยุโรปตะวันตกมีส่วนเอื้อให้มีการดึงเอานักวิชาการและช่างฝีมือหันหน้าเข้าหากันได้มากขึ้น ในสมัยเรอแนซซองส์ช่างฝีมือไม่เป็นที่รังเกียจเหมือนสมัยคลาสสิกและสมัยกลาง สมัยนั้นนับถือช่างเป็นศิลปิน งานหัตถกรรมอยู่ในมือของเสรีชน ไม่ใช่มือทาสเช่นสมัยคลาสสิก และเสรีชนอยู่ในแวดวงชนชั้นปกครอง ช่างฝีมือผูกพันอยู่กับนักคิดที่เป็นพวกตรงไปตรงมา ทั้งสองฝ่ายต่างทำงาน ช่างใช้เทคนิคและเครื่องมือเก่า นักคิดให้ข้อมูลการคาดเดาและค้นคว้าสืบหาวิธี ต่อมาต่างค่อยมาประสานกันจนประกอบกันเข้าเป็นอย่างดี

ในสมัยก่อนเมื่อคติดเกี่ยวกับการทำงาน งานที่ใช้มือทำเป็นเรื่องของทาสจนกระทั่งทาสหมดไป นักคิดสกอลาสติกในสมัยกลาง จึงพยายามแยกแยะระหว่างศิลปะ “เสรี” และศิลปะ “ทาส” (Liberal and Servile) ว่าเป็นเรื่องงานที่ทำด้วยใจกับงานที่เปลี่ยนสภาวะ ประเภทแรก

ได้แก่ กวี นักตรรกวิทยา นักคณิตศาสตร์ ส่วนช่างปั้นช่างเหล็ก ช่างไม้ เป็นอีกพวกหนึ่ง งานของหมอยา (Physician) ไม่เปลี่ยนแปลงเป็นเสรี แต่ถ้าเป็นหมอผ่าตัด (Surgeon) ถือเป็นงานทาส วิลเลียม ฮาร์วีย์ (ค.ศ. 1578–1657) ค้นพบเรื่องการเต้นของหัวใจและการไหลเวียนของโลหิตได้สำเร็จ เพราะไม่สนใจคำพูดที่ถูกเหยียดหยามเกี่ยวกับการทำงานของเขา ริชาร์ด ฮุกเกอร์ นักเทววิทยาคนสำคัญของสมัยกลางกล่าวว่าเหตุผลไม่ใช่เรื่องทดลอง แต่เป็นวิธีที่มนุษย์ใช้หาความรู้เกี่ยวกับสิ่งต่าง ๆ ทั้งที่สมเหตุผลและไม่สมเหตุผล ยากที่จะเข้าใจได้ว่าฮุกเกอร์หมายความว่าอะไร แต่ก็แสดงให้เห็นพื้นฐานความคิดของสมัยนั้น ในคริสต์ศตวรรษที่ 17 ตอนต้น การใช้วิธีทดลองเป็นความพยายามทดลองทางปัญญาที่ต้องอาศัยความกล้าหาญและเสียสละอย่างยิ่ง

การค้นพบและเปิดดินแดนโพ้นทะเลช่วยให้วิทยาศาสตร์เจริญได้ด้วย พืชพันธุ์ใหม่ สัตว์ชนิดใหม่ ดาวดวงใหม่ คนและสังคมใหม่เพิ่งถูกค้นพบ ล้วนท้าทายข้อสรุปและความคิดเห็นแบบเก่า การค้า อุตสาหกรรม เทคโนโลยีล้วนเป็นเหตุและเป็นผลต่อวิทยาศาสตร์ การค้าข้ามมหาสมุทรต้องใช้เรือที่มีสมรรถนะดี ช่างฝีมือดีและฉลาดทางด้านคำนวณจึงเกิดขึ้นเพื่อผลิตเข็มทิศ แผนที่และอุปกรณ์นาฬิกาชนิด ในโปรตุเกส สเปน ฮอลแลนด์ มีโรงเรียนสอนการเดินเรือเกิดขึ้นมาก และต้องศึกษาวิชาดาราศาสตร์ อุตสาหกรรมเหมืองแร่ก้าวหน้าได้ด้วยเครื่องส่งถ่ายกำลังและเครื่องสูบล้ำเป็นจุดเริ่มต้นให้มีผู้สนใจหลักกลศาสตร์และพลังน้ำ การหลอมโลหะเจริญได้เพราะวิชาเคมีก้าวหน้า งานเหมืองช่วยการค้นพบแร่และโลหะใหม่ เช่น บิสมัท สังกะสี โคบอลท์ มีการใช้วิธีเปรียบเทียบและแก้ไข ต้องผ่านประสบการณ์ที่เจ็บปวดแต่ก็พบเทคนิคให้จัดการได้ ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับเคมีเริ่มต้นเป็นทฤษฎีได้ เช่น ออกไซด์ ลดออกซิเจนกลับ หรือผสมเข้าไปด้วยกัน

นักวิทยาศาสตร์หรือนักคิดประสบความสำเร็จจนมั่นใจได้ว่าเป็นผู้นำยุคใหม่ได้ใน ค.ศ. 1662 พระเจ้าชาร์ลส์ที่ 2 แห่งอังกฤษทรงพระราชทานสิทธิบัตรก่อตั้งราชสมาคมแห่งลอนดอน เพื่อส่งเสริมความรู้เรื่องธรรมชาติ เพื่อหาประโยชน์จากความร่วมมือระหว่างช่างเทคนิคและนักวิทยาศาสตร์ ส่งเสริมความร่วมมือและเสริมสร้างความรู้ความก้าวหน้าของทุกสาขาอาชีพทั่วประเทศด้วยการรวบรวมข้อมูลที่จะช่วยให้วิทยาศาสตร์เจริญได้

วิทยาศาสตร์เจริญในระยะแรกจากงานเหมืองแร่และห้องทำงานของนักวิทยาศาสตร์ แต่ยังไม่ได้ประสานเข้ากับชีวิตทางเศรษฐกิจ การใช้ประโยชน์ยังจำกัดจำเขี่ย และไม่สม่ำเสมอ จนถึงปลายคริสต์ศตวรรษที่ 19 สถานการณ์จึงเปลี่ยนไป เพราะรูปแบบอุตสาหกรรมเปลี่ยนไป

วิทยาศาสตร์สมัยใหม่นี้เจริญก้าวหน้าอย่างยิ่งในด้านดาราศาสตร์เพราะมีส่วนสัมพันธ์กับภูมิศาสตร์และการเดินเรือ ในคริสต์ศตวรรษที่ 16–17 นี้ การปฏิวัติทางวิทยาศาสตร์

เกิดขึ้นได้ด้วยผลงานความสำเร็จของบุคคลสำคัญ 3 คน ได้แก่ นิโคลาส โคเปอร์นิคัส (ค.ศ. 1473–1543) ผู้นำเอาความคิดของปราชญ์สมัยโบราณที่ว่าโลกเป็นศูนย์กลางของจักรวาลมาแสดงให้เห็นว่าอันที่จริงแล้วไม่ใช่เช่นนั้น เขาอธิบายอย่างง่าย ๆ เกี่ยวกับวิถีโคจรของดวงดาวบนท้องฟ้า และว่าดวงอาทิตย์เป็นศูนย์กลางของจักรวาล คำอธิบายเข้าใจง่ายกว่าของปโตเลมีเจ้าของทฤษฎีโลกเป็นศูนย์กลางจักรวาล กาลิเลโอ กาลิเลอิ (ค.ศ. 1564–1642) เป็นผู้สนับสนุนโคเปอร์นิคัสว่าเห็นอย่างถูกต้อง เขาใช้การสังเกตเอาประสบการณ์ อาศัยกล้องส่องทางไกลดูว่าท้องฟ้าจริง ๆ แล้วเป็นเช่นไร

เซอร์ไอแซค นิวตัน (ค.ศ. 1642–1727) เป็นบุคคลสำคัญที่สุดของสมัยวิทยาศาสตร์ตอนต้น เทียบได้เท่ากับยูคลิดและไอน์สไตน์ นอกจากงานบุกเบิกเรื่องสายตา พลังน้ำ และคณิตศาสตร์ เขาค้นพบกฎแรงโน้มถ่วง อนุภาคแห่งสสารในจักรวาลต่างดึงดูดกันด้วยกำลังที่ผกผันตามระยะเป็นรูปกำลังสองในระหว่างอนุภาคนั้น ๆ และเป็นสัดส่วนโดยตรงต่อการผลิตของมวลสารนั้น ๆ คำอธิบายนี้ทำลายฉกบนสวรรค์ให้พังทลายลง นิวตันพบกฎจักรวาลขั้นพื้นฐานได้ด้วยวิธีคำนวณใช้ได้ตั้งแต่วัตถุเล็กจิ๋วสุดจนถึงขนาดใหญ่โตเท่าจักรวาล รูปโฉมของธรรมชาติปรากฏเป็นเครื่องจักรกลขนาดมหึมา เดินเครื่องไปตามกฎแห่งธรรมชาติที่แน่นอนตายตัว อาศัยการสังเกตและทดลองหาประสบการณ์ การวัดหรือคำนวณพิสูจน์ได้ ความรู้ของมนุษย์ทุกสาขากลายเป็นเพียงทฤษฎีที่เป็นสูตรง่าย ๆ วิธีวิเคราะห์ทางกายภาพแบบของนิวตันเริ่มใช้ในทุกสาขาความรู้และความคิดกับสังคมมนุษย์และกับจักรวาลสากลของโลกกายภาพ

การปฏิวัติอุตสาหกรรมเกิดขึ้นในราวปลายคริสต์ศตวรรษที่ 18 เป็นเหตุการณ์ที่เป็นเหตุเป็นผลกับการปฏิวัติทางวิทยาศาสตร์ เช่น การพัฒนาเครื่องจักรไอน้ำช่วยให้ได้พลังงานจากเครื่องจักรและหัวรถจักร ใช้เพื่อสูบน้ำจากเหมือง

เจมส์ วัตต์ ปรับปรุงเครื่องจักรไอน้ำให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น โดยใช้กระบอกสูบแยกทำให้ไอน้ำเย็นตัวลงอย่างสม่ำเสมอได้ จากนั้นจักรก็หมุนเคลื่อนไปได้ด้วยเพลลาข้อเหวี่ยง จากนั้นก็นำไปใช้ในการประดิษฐ์สิ่งทอ

ในครั้งแรกของคริสต์ศตวรรษที่ 19 วิชาเคมีเจริญก้าวหน้ามากเพราะเกี่ยวข้องกับอุตสาหกรรมสิ่งทอที่เจริญรวดเร็วในรอบหลายสิบปีที่ผ่านมา อังตวน ลาวัวซิเยร์ ผู้ค้นพบกฎของการรักษาสภาพสสารซึ่งมีความสำคัญเทียบได้กับกฎแรงโน้มถ่วง “ปฏิกิริยาเคมีทำให้สสารเปลี่ยนสภาพ แต่ปริมาณสสารยังคงเดิมเหมือนเมื่อแรกเริ่มลงมือทำปฏิกิริยาทางเคมี วัตต์ได้ด้วยการชั่งน้ำหนัก” มีผู้สืบสานต่อจากลาวัวซิเยร์ ซึ่งสร้างความเจริญทางความรู้ด้านเคมีและยังประโยชน์อย่างยิ่ง เช่น การทำปุ๋ยเคมีและสีสังเคราะห์ การค้นพบเชื้อโรคโดย หลุยส์ ปาสเตอร์

ทำให้ต้องระวังเรื่องสุขอนามัย ความสะอาด และควบคุมโรคระบาดด้วยวัคซีน

ในคริสต์ศตวรรษที่ 19 ชาร์ลส์ ดาร์วิน ค้นพบกฎการควบคุมวิวัฒนาการทางชีวภาพ ดาร์วินมีอิทธิพลครอบงำคริสต์ศตวรรษที่ 19 เขาเชื่อว่าสายพันธุ์ (species) ของสัตว์และพืชที่ปัจจุบันมีรูปร่างต่าง ๆ นานานั้น แปรเปลี่ยนได้ไม่เป็นรูปแบบตายตัว เนื่องจากแต่ละสายพันธุ์เจริญแยกเป็นประเภท มีความต่างและเปลี่ยนแปลงตามธรรมชาติมาจากรูปแบบเดิมที่เหมือนกัน ดาร์วินเชื่อว่าหลักสำคัญที่ทำให้เกิดความแตกต่างคือเกิดจาก “การเลือกคัดของธรรมชาติ” (Natural Selection) เขาอธิบายไว้ว่าสัตว์แต่ละประเภทเกิดมากกว่าที่จะมีชีวิตอยู่ได้มากนัก นั่นคือมีการต่อสู้เพื่อให้อยู่รอดได้ ที่ตามมาก็คือสิ่งที่มีชีวิต ถ้ามันต่างกันแม้เพียงนิดเดียวหากเป็นประโยชน์ต่อตัวมันภายใต้สภาพชีวิตที่ซับซ้อนและหลากหลายก็จะเปลี่ยนให้มีการคงอยู่ที่ดีขึ้นได้ ฉะนั้นคือมันเป็นตัวที่ถูกคัดเลือกโดยธรรมชาติแล้ว ตามหลักสำคัญของการสืบสายพันธุ์นี้ ความหลากหลายที่ได้รับการคัดเลือกแล้ว จะส่งถ่ายรูปพรรณที่ปรับเปลี่ยนต่อไปได้

ต่อมา มีการปรับปรุงรายละเอียดเกี่ยวกับทฤษฎีของดาร์วินโดยอาศัยการวิจัยปัจจุบัน นักวิทยาศาสตร์ยอมรับสาระสำคัญของความเชื่อดังกล่าว ในสมัยนั้น มีผู้คัดค้านไม่เห็นด้วยกับดาร์วินมากมาย โดยเฉพาะพวกนักการศาสนา เพราะดาร์วินปฏิเสธเรื่องพระเจ้าสร้างโลก เหมือนกับที่คอปเปอร์นิคัสบอกเรื่องระบบของดวงดาวบนท้องฟ้าทำให้โลกสูญเสียด้านภาพความเป็นศูนย์กลางของจักรวาลตามเรื่องราวทางศาสนาและตามที่เชื่อกันมาแต่เดิม ดาร์วินดึงมนุษย์ตกจากบัลลังก์แห่งความเป็นหนึ่งหรือศูนย์กลางของประวัติศาสตร์โลก อย่างไรก็ตาม ดาร์วินเน้นเรื่องผู้ที่เหมาะสมที่สุดจึงจะรอดอยู่ได้ การต่อสู้เพื่อให้อยู่รอดได้เหมาะสมแก่อารมณ์ของสมัย ฉะนั้น ไม่ว่าจะวงการศาสนาหรือวงการอื่น ๆ จะโจมตีอย่างไร ลัทธิดาร์วินก็ยังส่งผลอย่างลึกซึ้งต่อสังคมตะวันตกได้ ในด้านการเมือง บิสมาร์กอัครมหาเสนาบดีแห่งปรัสเซียกำลังใช้นโยบายเลือดและเหล็กกรวมเยอรมัน ผู้ชื่นชมบิสมาร์กด้วยความรู้สึกทางชาตินิยมในทุกประเทศเชื่อว่าทฤษฎีดาร์วินสนับสนุนและให้ความชอบธรรมแก่พวกเขาได้ ผู้ที่แข็งแกร่งที่สุดในด้านการเมืองคือผู้ชนะ ในด้านการระหว่างประเทศ ความชื่นชอบสงครามจะตัดสินผู้ชนะในการต่อสู้เพื่อให้อยู่รอด ในด้านเศรษฐกิจ เป็นช่วงสมัยการดำเนินกิจการโดยเสรีและลัทธิปัจเจกบุคคลอย่างหยาบ ๆ ชนชั้นสูงและชนชั้นกลางซึ่งมีความสบายและพอกพอกใจในสถานภาพของตนได้แสดงอาการคัดค้านอย่างรุนแรงไม่ให้รัฐเข้าแทรกแซงเพื่อส่งเสริมความเสมอภาคทางสังคม ข้อถกเถียงของชนชั้นกลางคือพวกเขาสมควรได้รับพรสวรรค์และความมั่งคั่งได้เพราะพิสูจน์ได้ว่ามีความเหมาะสมกว่า “พวกเขาจน” ที่ปรับเปลี่ยนตัวเองไม่ได้ ยิ่งกว่านั้น การดูถูกสิ่งเล็กๆ ของระบบธุรกิจก็เป็นส่วนหนึ่งของการต่อสู้เพื่อให้อยู่รอดด้วย ตอนปลายคริสต์ศตวรรษที่ 19 อยู่ในช่วงยุคทองของการขยายอาณานิคม ลัทธิจักรวรรดินิยมอาศัยลัทธิดาร์วิน

ให้เหตุผลอธิบายธรรมสำหรับการกระทำดังกล่าวว่า อาณานิคมเป็นสิ่งจำเป็นต่อความมั่งคั่งและความอยู่รอดของมหาอำนาจ และเมื่อตัดสินใจความสำเร็จในทางโลกแล้ว พวกชนพื้นเมืองอ่อนแอด้วยคุณภาพ จำเป็นที่ชาวยุโรปผู้เหนือกว่าและแข็งแรงกว่าต้องเข้าปกป้องและนำทางในด้านสังคม มีผู้นำลัทธิคาร์วินไปใช้อย่างที่คาร์วินเองคงคาดไม่ถึง ที่เป็นเช่นนั้นเพราะขณะนั้นมีการนำวิทยาศาสตร์มาสนับสนุนความคิดวัตถุนิยม หรือเช่นที่มีความคิดแบบเยอรมันที่ว่าการเมืองขึ้นอยู่กับอำนาจไม่ใช่อุดมการณ์ (real politik) ความคิดเช่นนี้ครอบงำยุโรปอยู่ในหลาย ๆ ทาง

การปฏิวัติวิทยาศาสตร์สำคัญเพราะวิทยาศาสตร์เป็นส่วนสำคัญต่อชีวิตในสังคมยุโรปในปลายคริสต์ศตวรรษที่ 19 เป็นต้นมา กล่าวคือ วิทยาศาสตร์กลายเป็นพื้นฐานแก่อุตสาหกรรมที่มีมาแต่เดิมและสร้างอุตสาหกรรมใหม่หมด ตลอดจนส่งผลอย่างลึกซึ้งต่อวิถีทางความคิด วิถีทางดำเนินชีวิตของชาวตะวันตก นอกจากนั้นยังก่อให้เกิดความเปลี่ยนแปลงต่อทั่วโลกทั้งทางตรงและทางอ้อม ยุโรปกลายเป็นชาติที่มีอำนาจเหนือโลกเท่าที่เทคโนโลยีจะอำนวย ชาวยุโรปไม่มีอิทธิพลต่อโลกของพวกที่ไม่ใช่ตะวันตกทางด้านศิลปะศาสนาหรือปรัชญามากเท่ากับด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเพราะพวกเหล่านั้นมีความเจริญในสาขาดังกล่าวได้ทัดเทียมกัน กระทั่งถึงปัจจุบัน จุดมุ่งหมายเบื้องต้นของชาติที่เคยเป็นอาณานิคมอยู่ที่การพยายามหาความซ้ำของจากประสบการณ์การปฏิวัติที่ไม่มีใครเหมือนนี้ แต่ก็ไม่อาจมีเหมือนได้ เพราะสภาพแวดล้อมและปัจจัยทางประวัติศาสตร์ไม่เหมือนกัน

กิจกรรมการเรียนรู้ที่ 1

1. ให้นักศึกษาค้นหาอ่านประวัติของบุคคลสำคัญที่มีบทบาทในเหตุการณ์การปฏิวัติทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่ โคเปอร์นิคัส กาลิเลโอ นิวตัน และดาร์วิน เป็นต้น เพื่อเป็นความรู้ความเข้าใจเพิ่มเติม

2. ให้นักศึกษาอ่านบททวนและลองตอบคำถามท้ายบท

1.2 การปฏิวัติอุตสาหกรรม

ตั้งแต่ ค.ศ. 1780 เป็นต้นมา มีความเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้นในด้านการผลิต มีการสร้างโรงงานจักรกลผลิตสินค้าปริมาณมหาศาล การผลิตอย่างรวดเร็วจะลดต้นทุนและไม่ต้องขึ้นกับความต้องการของตลาดอย่างที่เป็นอย่างอื่นต่อไป เพราะมันสร้างความต้องการขึ้นได้เอง ได้แก่ อุตสาหกรรมรถยนต์ เป็นต้น ความต้องการรถยนต์ช่วยสร้างอุตสาหกรรมรถยนต์ขนาดยักษ์

ขึ้นได้ แต่ความสามารถในการสร้างรถฟอร์ดแบบที (T) ซึ่งมีราคาถูกกลับกระตุ้นความต้องการให้เกิดขึ้นอย่างมากมาได้

การปฏิวัติอุตสาหกรรมสำคัญอย่างยิ่งต่อประวัติศาสตร์โลก เพราะอำนาจฐานทางเศรษฐกิจและการทหารแก่ประเทศมหาอำนาจทางยุโรปเหนือโลกในคริสต์ศตวรรษที่ 19 และเป็นเป้าหมายสำคัญของโลกต่อพัฒนา ในคริสต์ศตวรรษที่ 20 ประเทศเกิดใหม่ทุก ๆ ประเทศเมื่อรับเอกราชทางการเมืองแล้วจะมีจุดหมายที่อิสรภาพทางเศรษฐกิจต่อไป โดยแข่งขันเพื่อปฏิวัติทางวิทยาศาสตร์และอุตสาหกรรมตามแบบยุโรป

การปฏิวัติอุตสาหกรรมเกิดจากการปฏิวัติทางการค้าด้วยเหตุผลดังนี้ ประการแรก คือ การขยายตลาดสำหรับอุตสาหกรรมยุโรป โดยเฉพาะสิ่งทอ อาวุธปืน เครื่องจักร เรือ อุปกรณ์การเดินเรือต่าง ๆ มีการปรับระเบียบงานและใช้เทคโนโลยีใหม่ ๆ ผลิตตามความต้องการของตลาด เช่น อังกฤษผลิตตะปูส่งยานานิคม จัดลำดับทางการทำงานเป็นขั้นตอน ใน ค.ศ. 1775 ใช้เหล็กถึงหมื่นตันต่อปี คนงานหมื่นคน การปรับขั้นตอนงานผลิตตะปูเพื่อป้อนตลาดโลกนับว่าสำคัญยิ่งเพราะทำให้เทคโนโลยีเจริญก้าวหน้าและเชื่อมโยงกับการผลิตในด้านอื่น ๆ ด้วย มีการพัฒนาเครื่องจักรกลเพื่อใช้งานทุกด้าน ทั้งด้านการพิมพ์ การทอผ้า การเหมืองแร่ และที่สำคัญคือระบบแยกชิ้น (Putting out System) ที่บังคับถึงระบบทุนแบบใหม่ ซึ่งพ้นจากข้อจำกัดของระบบกิลด์ ทำให้ผลิตสินค้าอุตสาหกรรมอย่างเต็มเม็ดเต็มหน่วยเป็นจำนวนมากได้ ผู้ดำเนินการนำช่างฝีมือมารวมอยู่ภายใต้ชายคาเดียว จัดหาเครื่องมือและวัตถุดิบให้ เกิดความสะดวกและทำกำไรได้ดี เป็นการรวมระบบโรงงานเข้ากับระบบแยกชิ้น กลไกการประหยัดแรงงานทำให้การปฏิวัติอุตสาหกรรมเริ่มขึ้นได้

ประการต่อมา คือ การปฏิวัติการค้าช่วยให้มีทุนลงสร้างโรงงานและเครื่องจักรสำหรับการปฏิวัติอุตสาหกรรม ทุนในรูปของกำไรไหลเข้าสู่ยุโรปจากทุกส่วนของโลก บริษัทการค้าที่มีกำไร ความเจริญทางเทคโนโลยีและความเปลี่ยนแปลงของสถาบันทำให้การปฏิวัติอุตสาหกรรมถึงระดับขั้น “หลุด” จากของเดิมหมด ในตอนปลายคริสต์ศตวรรษที่ 18

สภาพของการปฏิวัติอุตสาหกรรมเกิดขึ้นเต็มที่ที่อังกฤษเป็นแห่งแรก อังกฤษกับฝรั่งเศสเป็นคู่แข่งที่ตึงเครียดกันทางการค้า จนถึง ค.ศ. 1763 อังกฤษได้เปรียบที่เป็นผู้นำอุตสาหกรรมเหล็กและถ่านหินตั้งแต่แรกเพราะป่าเหลือน้อยเต็มที จึงเริ่มใช้ถ่านหินเป็นเชื้อเพลิงและหลอมเหล็ก เมื่อเกิดปฏิวัติฝรั่งเศสใน ค.ศ. 1789 อังกฤษผลิตถ่านหินได้กว่า 10 ล้านตันต่อปี ขณะที่ฝรั่งเศสผลิตได้เพียง 7 แสนตัน อังกฤษบุกเบิกการพัฒนาเตาหลอมเหล็กที่ใช้ลมเป่าให้ใช้การได้ดียิ่งขึ้น และสามารถผลิตเกินหน้าฝรั่งเศสได้ถึงสามเท่าใน ค.ศ. 1840 อังกฤษ

ผลิตเครื่องอุปโภคบริโภคตลาดได้ปริมาณตามที่ต้องการ ความต้องการมีคงที่ขณะที่ฝรั่งเศสเน้นสินค้าประเภทฟุ่มเฟือยที่ตลาดมีจำกัดและความต้องการไม่คงที่

อังกฤษมีทุนอุดหนุนการปฏิวัติอุตสาหกรรมมากกว่า มีกำไรจากการค้าดีกว่าประเทศอื่น และเสียค่าใช้จ่ายทางการศาลและทหารน้อยกว่าฝรั่งเศส การเก็บภาษีจึงเบาบางกว่าและสถานะทางการเงินของรัฐบาลอังกฤษมั่นคงกว่า การธนาคารพัฒนามาตั้งแต่ต้นและมีประสิทธิภาพ สามารถจัดหาทุนให้เอกชนและบริษัทกู้ยืมได้ ปลายคริสต์ศตวรรษที่ 17 ลอนดอนกลายเป็นคู่แข่งสำคัญของแอมสเตอร์ดัมในฐานะที่เป็นศูนย์เงินของโลก ลอนดอนมีตลาดซื้อขายหุ้นใน ค.ศ. 1698 ขณะที่ปารีสเริ่มก่อตั้งตลาดหุ้นใน ค.ศ. 1724

นอกจากนั้น อังกฤษมีผู้ดำเนินการทางธุรกิจที่ชาญฉลาดอยู่ด้วยมาก เช่น ดาร์บีส์ ในวงการอุตสาหกรรมเหล็ก มีเสรีภาพในการชุมนุมและให้ความสำคัญต่อความรับผิดชอบส่วนบุคคล ทำให้เกิดนักทดลองและนักประดิษฐ์อย่างประมาณจำนวนไม่ได้ เป็นพวกนัคนคอนฟอร์มิสต์ หรือที่ไม่ได้ถืออภินิหารคาทอลิกหรือนิกายทางการใน ค.ศ. 1685 ฝรั่งเศสสูญเสียฐานะความเป็นผู้นำด้านธุรกิจสำคัญให้แก่อังกฤษ โดยเฉพาะด้านอุตสาหกรรมสิ่งทอภายหลังการประกาศกฤษฎีกาแห่งเมืองนังต์

อังกฤษได้เปรียบด้านแรงงาน ประชากรอังกฤษมีจำนวนเพิ่มขึ้นในช่วงคริสต์ศตวรรษที่ 18 ส่วนใหญ่โดยปกติจะเป็นแรงงานเกษตรกรรม แต่การใช้ระบบเปิดที่นาทำให้พวกเขาเสรีชนว่างงาน* พวกเหล่านี้ชำนาญการใช้เครื่องมือเครื่องมือนานาอย่างต่าง ๆ พวกเขาถูกบังคับให้ละทิ้งที่ทำกินเดิมเข้าสู่เมืองเพื่อหางาน และโรงงานแบบใหม่เพิ่งเริ่มก่อตั้งขึ้นระหว่าง ค.ศ. 1714—1820 มีนาเปิดถึงหกพันเอเคอร์ ชาวนายากจนไร้ที่ทำกินเป็นผู้เช่า ผู้รับจ้างหรือเป็นแรงงานตามเมือง มีผู้เรียกร้องให้แก้ไขปัญหาคือต้องสูญเสียเสรีชนนี้ไป แต่การปฏิวัติอุตสาหกรรมกลับถือว่าเป็นสิ่งดีเพราะได้แรงงานป้อนโรงงานและมีอาหารป้อนคนเมืองที่ขยับขยายเติบโตขึ้นทุกที การเปิดที่ดินเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับอังกฤษก่อนที่จะเป็นประเทศที่มีอำนาจเหนือชั้นทางอุตสาหกรรมในคริสต์ศตวรรษที่ 19

*การเปิดที่ดิน คือ การเอาที่เพาะปลูกได้ของชุมชนมาจัดแบ่งและเปิดให้บุคคลหรือครอบครัวใดครอบครัวหนึ่งเป็นเจ้าของหรือดำเนินการ เริ่มขึ้นในคริสต์ศตวรรษที่ 16 และดำเนินมาเป็นเวลาราว 300 ปี เมื่อถึงปลายคริสต์ศตวรรษที่ 18 พวกเสรีชนถูกบีบบังคับให้จำต้องขายที่ดิน ที่ดินส่วนใหญ่ใช้สำหรับปลูกหญ้าและเลี้ยงสัตว์ เพราะชนสัตว์มีราคาดีมาก ต่อมาจึงใช้เป็นที่เลี้ยงสัตว์และปลูกพืชป้อนชาวเมือง และสมัยนี้จึงมีการปรับปรุงการเพาะปลูกให้มีประสิทธิภาพขึ้น มีการพัฒนาเมล็ดพันธุ์ ปรับปรุงพันธุ์ด้วยวิธีวิทยาศาสตร์ และปรับปรุงเครื่องจักรสำหรับเกษตรกรรม

การประดิษฐ์สิ่งใหม่ช่วยให้การปฏิวัติอุตสาหกรรมขยายตัวเจริญก้าวหน้ายิ่งขึ้นได้ หลักการเกี่ยวกับการประดิษฐ์สิ่งใหม่มีมาก่อนคริสต์ศตวรรษที่ 18 แต่ยังไม่ได้นำมาใช้กับ อุตสาหกรรม เช่น การใช้พลังไอน้ำ กรีกเฮเลนีสติกและอียิปต์โบราณใช้เปิดปิดประตูวัด อังกฤษ ใช้สูบน้ำจากเหมืองและให้กงล้อหมุน ต่อมามีการปรับปรุงให้ใช้งานได้ดีขึ้นตามลำดับ ทำให้ มีการพัฒนาเครื่องจักรไอน้ำและผลิตเพื่อขาย

ในสมัยปฏิวัติอุตสาหกรรม ความต้องการมีมากมายทำให้เกิดการประดิษฐ์อย่าง กว้างขวางอย่างอุตสาหกรรมทอผ้า เหตุที่ใช้เครื่องจักรทอผ้าเพราะคนอังกฤษนิยมสินค้าผ้า ผ้ายจากอินเดีย จึงทำให้การค้าขนสัตว์กระทบกระเทือนและต้องใช้กฎหมายห้ามสินค้าและผ้าฝ้าย เข้าประเทศใน ค.ศ. 1700 เปิดโอกาสให้อุตสาหกรรมท้องถิ่นและพ่อค้าคนกลางเข้าจัดการเรื่อง การผลิตผ้าฝ้ายภายในประเทศ ปัญหาคือจะทอและทอเป็นผ้าให้เร็วขึ้นได้อย่างไร จึงมีการเสนอ ราคาให้แก่นักประดิษฐ์ที่สามารถเพิ่มปริมาณการผลิตได้ ใน ค.ศ. 1830 มีการประดิษฐ์มากมาย เกิดขึ้นตามลำดับ ช่วยให้งานจักรกลอุตสาหกรรมทอผ้าฝ้ายสมบูรณ์ขึ้นได้ ได้แก่ งานของริชาร์ด อาร์คไรท์ ผู้ประดิษฐ์ Water frame เจมส์ ฮาร์เกฟ ประดิษฐ์ Spinning Jenny ซามูเอล ครอมตัน ประดิษฐ์ Spinning mule เป็นเครื่องกรอถ่าย ส่วนเครื่องทอ เอ็ดมันด์ คาร์ทไรท์เริ่มใช้มาช่วย ก่อน ต่อมาจึงใช้เครื่องจักรไอน้ำ ตอนแรกเครื่องมือเหล่านี้เทอะทะ ราว 20 ปีต่อมาจึงปรับปรุง ให้ใช้งานได้เหมาะสมดี ปลาย ค.ศ. 1820 เครื่องทอผ้าจึงเป็นที่รู้จักดีโดยทั่วไป

ต่อมามีการนำสิ่งประดิษฐ์ในวงการอุตสาหกรรมหนึ่งไปใช้ในงานอื่น ๆ นำเครื่อง จักรไอน้ำของเจมส์ วัตต์ ที่ปรับปรุงจากเครื่องเดิมของนิวคอเมินไปใช้สูบน้ำ ทอผ้า ใช้กับเตา หลอมเหล็กในโรงโม่และอุตสาหกรรมอื่น ๆ

เครื่องจักรไอน้ำสำคัญอย่างยิ่งเพราะทำให้สมัยที่มนุษย์ต้องขึ้นอยู่กับแรงสัตว์ แรง ลม และแรงน้ำสิ้นสุดลง มีการพัฒนาการใช้พลังงานเชื้อเพลิงใหม่ ๆ ปัจจุบันโดยทั่วไปเราได้ ดูดเอาน้ำมันและแก๊สจากใต้พื้นโลกมาใช้ โลกนี้จึงเป็นโลกที่กำลังทางเศรษฐกิจและการทหาร ขึ้นอยู่กับพลังงานที่มีอยู่โดยตรง อาจกล่าวได้ว่ายุโรปครองโลกในคริสต์ศตวรรษที่ 19 ได้เพราะ เครื่องจักรไอน้ำมากกว่าอย่างอื่น ๆ

เครื่องทอผ้าและเครื่องจักรไอน้ำทำให้เกิดต้องการเหล็ก เหล็กกล้า และถ่านหิน เพิ่มขึ้นเป็นลำดับ การปรับปรุงเหมืองและการหลอมโลหะจึงพัฒนาใน ค.ศ. 1800 อังกฤษ ผลิตถ่านหินและเหล็กได้มากกว่าโลกส่วนที่เหลือรวมกัน ปริมาณเหล็กที่มากขึ้นและราคาที่ ถูกลงช่วยส่งเสริมการก่อสร้างโดยทั่วไปได้ ยุคนี้เป็นยุคทองของเหล็กและไอน้ำ

ความจำเป็นที่ต้องขนส่งเคลื่อนย้ายถ่านหินและแร่เหล็กขึ้นลงเรือ ทำให้ต้องปรับปรุง การขนส่ง ขุดคลอง สร้างถนนอย่างขนานใหญ่ ภายหลัง ค.ศ. 1750 วิศวกรสร้างถนนพยายาม คิดสร้างถนนเพื่อใช้งานหนักตลอดปีได้ รถม้าช่วยย่นระยะทางได้ราว 6–10 ไมล์ต่อชั่วโมง ภายหลัง ค.ศ. 1830 ถนนและคลองสำคัญลดลงเนื่องจากจอร์จ สตีเวนสัน วิศวกรเหมืองแร่ ใช้ เครื่องจักรงูกระบะถ่านหินจากเหมืองไปยังแม่น้ำไทน์ได้ ต่อมาหัวรถจักรรอกเกิดดึงโบกี้รถไฟ ยาว 31 ไมล์จากลิเวอร์พูลไปแมนเชสเตอร์ได้ด้วยความเร็ว 14 ไมล์ต่อชั่วโมง 2–3 ปีต่อมา รถไฟกลายเป็นพาหนะพาสัญจรขนส่งระยะไกล จุได้มาก รวดเร็วและราคาถูกลงกว่าโดยทางรถ และทางเรือ นับตั้งแต่ ค.ศ. 1838–1870 อังกฤษขยายเส้นทางรถไฟจาก 500 ไมล์เป็น 15,500 ไมล์

โรเบิร์ต ฟูลตัน สร้างเรือไอซิ่งไใช้ขนส่งทางน้ำลำแรกชื่อ แคลมมอนด์ แล่นในแม่น้ำ ฮัดสัน ราวห้าปีต่อมา เรือชิริอูสและเกรตเวสเทิร์นแล่นสัญจรข้ามมหาสมุทรแอตแลนติก

ในด้านคมนาคม การปฏิวัติอุตสาหกรรมสร้างความเจริญก้าวหน้าให้ได้มากเช่น กัน เดิมจดหมายส่งทางไกลจะใช้เกวียน ม้าเร็วหรือเรือ ในราวกลางคริสต์ศตวรรษที่ 19 มีการประดิษฐ์โทรเลขไฟฟ้าและวางสายเคเบิลข้ามมหาสมุทรแอตแลนติกใน ค.ศ. 1866 เชื่อม ต่อโลกเก่าและโลกใหม่โดยการสื่อสารได้ เป็นผลงานของ ชาร์ล วิทสโตน ซามูเอล มอร์ส และ อัลเฟรด เวล

ดังนั้นการปฏิวัติอุตสาหกรรมส่งผลกระทบต่อชีวิตมนุษย์อย่างมากมาย มนุษย์เอา ระยะเวลาและอวกาศได้ ย่นระยะการสัญจรขนส่งโดยใช้โทรเลขข้ามทวีป รวมโลกเข้าไว้ ด้วยกันได้ยิ่งกว่าที่โรมันและมองโกลเคยทำได้ แต่เมื่อการปฏิวัติอุตสาหกรรมขยายไปยังภาคพื้น ทวีปอื่น เวลาของการครองโลกของชาวยุโรปก็ยุติลง

การปฏิวัติอุตสาหกรรมดำเนินเรื่อยมาจนถึงปัจจุบัน โดยค่อย ๆ ปรับปรุงอย่าง เป็นขั้นตอน ชั้นแรกสิ้นสุดลงในราวกลางคริสต์ศตวรรษที่ 19 ประกอบด้วยเรื่องราวของการ ใช้เครื่องจักรกลกับอุตสาหกรรมทอผ้าฝ้าย การเหมืองแร่และหลอมโลหะ การพัฒนาเครื่องจักร ไอน้ำและการใช้เครื่องจักรไอน้ำกับการอุตสาหกรรมและการขนส่ง

ขั้นที่ 2 เกิดขึ้นเมื่อปลายคริสต์ศตวรรษที่ 19 เป็นสมัยที่ใช้วิทยาศาสตร์กับวงการ อุตสาหกรรมโดยตรง มีการใช้เทคนิคในการผลิตให้ได้จำนวนมาก ๆ (mass production) เมื่อ แรกวิทยาศาสตร์ไม่ได้มีผลต่อวงการอุตสาหกรรมเท่าใดนัก แต่ต่อมากลับค่อย ๆ กลายเป็นส่วน สำคัญส่วนหนึ่งของกิจการอุตสาหกรรมขนาดใหญ่ทั้งหมดไปอย่างแยกไม่ออก การสกัดถ่านหิน เป็นตัวอย่างของผลงานจากห้องแล็บค้นคว้าวิจัยเพื่อการอุตสาหกรรม การใช้ถ่านโค้กและแก๊ส จุดไฟให้แสงสว่าง ถ่านหินยังให้สารเหลวหรือน้ำมันดิบอีกด้วย นักเคมีค้นพบสารมีค่าอีกมากมาย

ได้แก่ สารย้อมนํ้าร้อย ๆ ตัว แอสไพริน ฆัณฑลกร สีโคก ยาฆ่าเชื้อ ยาระบาย นํ้าหอม นํ้ายา
ถ่ายรูป วัตถุระเบิด และหัวเชื้อกลิ่นดอกส้ม

เยอรมันเป็นผู้นำโลกในคริสต์ศตวรรษที่ 19 ในการใช้วิทยาศาสตร์กับอุตสาหกรรม
สหรัฐอเมริกาเป็นผู้บุกเบิกพัฒนาเทคนิคการผลิตจำนวนมาก

ในคริสต์ศตวรรษที่ 19 การปฏิวัติอุตสาหกรรมค่อย ๆ ขยายจากอังกฤษไปทั่ว
ทวีปยุโรป ความเจริญทางอุตสาหกรรมของประเทศต่าง ๆ ขึ้นอยู่กับปัจจัยต่าง ๆ ได้แก่ ทรัพยากร
ธรรมชาติและแรงงานอิสระ เป็นต้น

การปฏิวัติอุตสาหกรรมทำให้จำนวนประชากรเพิ่มขึ้นอย่างไม่เคยปรากฏมาก่อน
เพราะเศรษฐกิจและการแพทย์ ผลผลิตทางเกษตรและอุตสาหกรรมมีมากขึ้น หากผลิตใน
ประเทศไม่พอก็นำเข้าประเทศได้ อัตราการเกิดเพิ่มน้อยหรืออาจไม่เพิ่มเลย แต่อัตราการตาย
น้อยลงเพราะความรู้ในการป้องกันรักษาโรค จำนวนประชากรในยุโรปสูงกว่าที่อื่น ๆ ในโลก
ในคริสต์ศตวรรษที่ 19 ประชากรยุโรปอพยพข้ามทวีปหลายล้านคน

การปฏิวัติอุตสาหกรรมทำให้เกิดลักษณะการอาศัยอยู่แบบชุมชนเมืองของโลก
มากขึ้น เดิมขนาดของเมืองขึ้นอยู่กับจำนวนอาหารที่ที่ดินรอบเมืองนั้นจัดหาเลี้ยงได้ เมืองที่
ประชากรอยู่มากที่สุดอยู่ในลุ่มน้ำหรือที่น้ำถึง แต่หลังปฏิวัติอุตสาหกรรม มวลชนทะลักมาอยู่
ตามศูนย์อุตสาหกรรมใหม่ อาศัยอาหารจากทั่วทุกมุมโลกมาเลี้ยง เมืองน่าอยู่ขึ้นและอยู่ได้นาน
เพราะไม่มีโรคระบาดที่ทำให้ต้องอพยพหนีตั้งแต่ก่อน เครื่องสาธารณสุขูปโภคและสุขอนามัย
ต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็นนํ้ากินนํ้าใช้และระบบขจัดของเสีย การป้องกันโรคต่าง ๆ เป็นส่วนหนึ่งของ
ความก้าวหน้าของเมืองอย่างสำคัญ สังคมมนุษย์เปลี่ยนแปลงไปเป็นวิถีชีวิตอย่างใหม่ ประชาชน
ส่วนใหญ่ในประเทศตะวันตกอาศัยอยู่ในเมือง

การปฏิวัติอุตสาหกรรมทำให้ได้ใช้ประโยชน์จากทรัพยากรธรรมชาติและทรัพยากร
มนุษย์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ผลผลิตจึงมีปริมาณเพิ่มอย่างไม่เคยมีมาก่อน เศรษฐกิจทั่วโลก
เจริญขยายตัวอย่างมากมาย มีความคิดเห็นต่าง ๆ กันในเรื่องของการกระจายผลของความมั่งคั่ง
อันเกิดจากการปฏิวัติอุตสาหกรรม บ้างว่ามีการกระจายความมั่งคั่งอย่างทั่วถึง แต่ก็มีผู้เห็นว่า
มีผู้มั่งคั่งเพียงไม่กี่คน แต่หลายคนต้องถูกเอารัดเอาเปรียบและทุกข์ทรมานอยู่กับมาตรฐานการครอง
ชีพที่ตกต่ำเลวร้ายและเสื่อมทรามลง หมายถึง สภาพของชนชั้นแรงงาน ชนชั้นกลางจะมีความ
เป็นอยู่ดีกว่าคือได้รับอาหารดีเพียงพอ มีโอกาสพักผ่อนและให้การศึกษาแก่บุตรได้เพียงพอ
กว่า ส่วนผู้ที่มั่งคั่งจะมีบ้านในเมืองและในชนบท มีการสะสมงานศิลปะ มีกิจกรรมกีฬาและ
เดินทางไปต่างประเทศ อันเป็นชีวิตที่มวลชนระดับพื้นฐานสังคมเอื้อไม่ถึง

ความแตกต่างทางชนชั้นเกิดจากมีเงินไม่เท่ากัน มีผลต่อการวางรูปแบบการเมืองของยุโรป พวกมั่งคั่งต้องการรักษาสถานะเดิม ชนชั้นกลางต้องการปฏิรูปการเมืองที่พวกตนจะได้เข้ามีส่วนร่วมตัดสินใจได้ ชนชั้นแรงงานต้องการปฏิรูปการเมืองและสังคมเพื่อประกันว่าการกระจายความมั่งคั่งที่เกิดจากการปฏิวัติอุตสาหกรรมจะเสมอกันได้ อาจกล่าวได้ว่าพวกมั่งคั่งคือพวกอนุรักษนิยม ชนชั้นกลางคือพวกเสรีนิยม ส่วนชนชั้นแรงงานที่มีสำนักทางการเมืองจะเลือกทางสังคมนิยมในระดับต่าง ๆ กัน โดยที่มีความไม่พอใจทางชนชั้นและต้องการยกมาตรฐานความเป็นอยู่ของพวกตน

2. การปฏิวัติอุตสาหกรรมส่งผลกระทบต่อโลกทั่วไป

2.1 จักรวรรดิอาณานิคมปรับเปลี่ยนเป็นแบบยุโรป

การปฏิวัติอุตสาหกรรมมีผลต่อการปรับเปลี่ยนเป็นแบบยุโรปของดินแดนอาณานิคม นอกเหนือจากเหตุที่มีการประหารศาสดา เนื่องจาก การเพิ่มผลผลิตและความก้าวหน้าทางการแพทย์ ประชากรยุโรปเพิ่มมากขึ้น ในคริสต์ศตวรรษที่ 19 มีการอพยพข้ามทวีปอย่างมากมาย รถไฟและเรือกลไฟช่วยพาผู้คนอพยพข้ามมหาสมุทรและข้ามทวีปได้ง่ายขึ้น โดยเฉพาะในช่วงก่อนเกิดสงครามโลกครั้งที่ 1 มีผู้อพยพชาวยุโรปเกือบหนึ่งล้านคนในแต่ละปี

ในทวีปอเมริกา ชาวยุโรปพากันตั้งถิ่นฐานจนทำให้ชาวอินเดียนกลายเป็นชนกลุ่มน้อยไป เกิดความเปลี่ยนแปลงทางเศรษฐกิจโดยเฉพาะในแดนที่ชาวยุโรปอาศัยอยู่เพราะความเจริญด้านจักรกลและเทคโนโลยี แคนาดาเกือบถึงเจริญขึ้นเพราะมีถนน คูคลอง รถไฟ โทรเลขตลอดจนเครื่องจักรกลการเกษตร ชาวยุโรปมีปืนไรเฟิลไว้ปราบปรามชาวพื้นเมือง สิ่งเหล่านี้เกิดขึ้นในแดนละตินอเมริกา ออสเตรเลียและแถบตะวันตกของอเมริกา

วัฒนธรรมในแดนอาณานิคมเจริญขึ้นเมื่อเศรษฐกิจเจริญจนถึงปัจจุบัน ความเจริญเป็นเอกเทศทำให้แคนาดา ออสเตรเลียและสหรัฐอเมริกามีความแตกต่างไปจากประเทศอังกฤษ ละตินอเมริกาต่างไปจากแหลมไอบีเรีย ภาษาที่ใช้อยู่เป็นภาษาเดียวกัน แต่สำเนียงเพี้ยนจากเดิมมาก ศาสนายังคงเดิมแต่มีนิกายใหม่เพิ่มขึ้นเช่นนิกายมอร์มอนในสหรัฐ นอกจากนี้การเขียนอ่าน โรงเรียน หนังสือพิมพ์ รัฐบาล ล้วนมีพื้นฐานจากอังกฤษ สเปน ฝรั่งเศสและประเทศยุโรปอื่น ๆ

แดนอาณานิคมมีวัฒนธรรมที่ไม่ใช่แบบยุโรปอยู่เช่นเดียวกัน อเมริกาและออสเตรเลียมีวัฒนธรรมของกลุ่มนิโกรที่ยังคงอยู่แบบพื้นเมืองแอฟริกันอยู่ มีชาวอินเดียนในละตินอเมริกาที่คงวัฒนธรรมดั้งเดิมไว้ นอกจากนี้ ความป่าเถื่อนของแดนอาณานิคมส่งผลต่อผู้อพยพชาวยุโรป