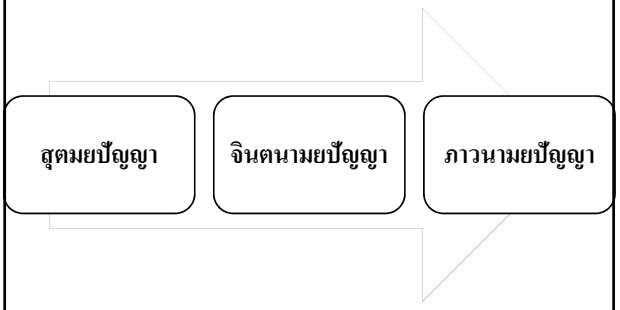
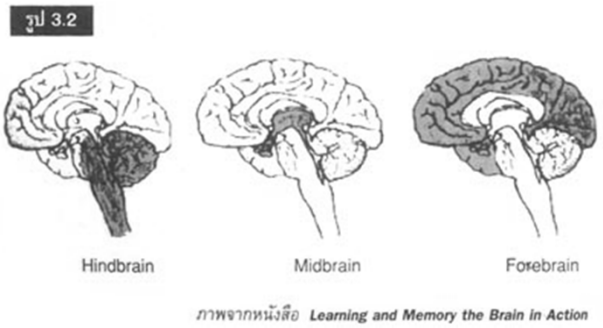
การพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์
และทฤษฎีการแก้ปัญหาเชิงนวัตกรรม (TRIZ)

อ.วิชัย คลังทอง

การพัฒนาทักษะการคิด

เรามองเห็นและรับรู้สิ่งต่างๆ แตกต่างกันตามรูปแบบ “ความคิด” จึงทำให้เรามีพฤติกรรมตอบสนองต่อสิ่งต่างๆ ที่เกิดขึ้นแตกต่างกัน





จิต และ กายสัมพันธ์กัน

ไม่มีอะไรทำร้ายตัวเรา เท่ากับความคิดของเรา

เปรียบเทียบการทำงานสมองซีกซ้ายและขวา

สมองซีกซ้าย	สมองซีกขวา
ควบคุมการทำงานของอวัยวะซีกขวา	ควบคุมการทำงานของอวัยวะซีกซ้าย
การเข้าใจ การใช้ภาษา การเขียน การอ่าน	ความละเอียดอ่อนของความหมายของคำ
การจำ การใช้สัญลักษณ์	การคิด อารมณ์ การสังหรณ์
การแยกแยะ การวิเคราะห์	ฉนัดการรวม การมองภาพรวม
การคำนวณ ตัวเลข	ฉนัดในการจินตนาการ สร้างสรรค์
การคิดแบบตรรกะ การใช้เหตุและผล	การวางแผน ขำขัน โวหาร
ทักษะด้านวิทยาศาสตร์	ทักษะด้านดนตรี ศิลปะ

เปรียบเทียบการทำงานสมองซีกซ้ายและขวา

สมองซีกซ้าย	สมองซีกขวา
ฉนัดขั้นตอน กระบวนการ	ฉนัดการดูผลงาน
บันทึกการเรียนเป็นตัวอักษร	บันทึกการเรียนเป็นภาพ
ความรู้เกิดจากการเรียน การฟัง ถาม อ่าน วิจัย	ความรู้เกิดจากประสบการณ์ ชอบตำราที่มีรูปภาพ
เหมาะกับการเรียนด้านวิทยาศาสตร์ วิศวกรรม	เหมาะกับการเรียนด้านสถาปัตยกรรม ศิลปกรรม
การทำตามคำสั่ง	การสร้างสรรค์
เรียนรู้อาศัยความจริงเป็นพื้นฐาน	เรียนรู้อาศัยจินตนาการความคิดสร้างสรรค์

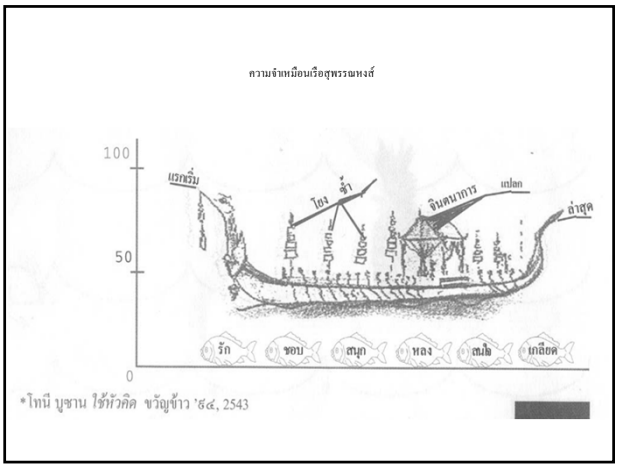
การพัฒนาสมอง

- การดูแลสุขภาพร่างกาย ด้วยการรับประทานอาหาร ดื่มน้ำ และออกกำลังกาย
- การควบคุมการหายใจที่ถูกต้อง
- การหลีกเลี่ยงภาวะกดดัน และความเครียดเป็นระยะเวลานาน
- การพักผ่อน การผ่อนคลายความเครียด การฟังเพลง/ดนตรี
- การนั่งสมาธิ การฝึกสติ
- การบริหารสมอง
- การกระตุ้น การใช้ความคิด

การบริหารสมอง

- การเคลื่อนไหวร่างกายข้ามจุดกึ่งกลางร่างกาย **(Across Body Movements)**
- การยืดและการเหยียดร่างกาย **(Stretching Movement)**
- การกระตุ้นผ่อนคลายจุดต่างๆ **(Energizing Movement)**

เทคนิคการพัฒนาความจำ



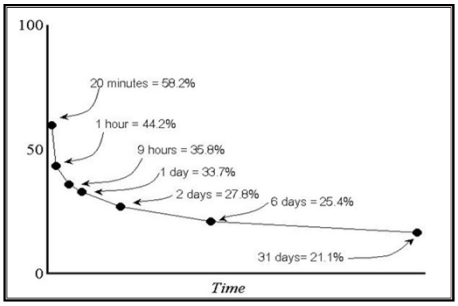
เทคนิคการจำแบบอื่นๆ

- การใช้ประสาทสัมผัสรับรู้ข้อมูลมิติต่างๆ เชื่อมโยงกันให้มากที่สุด
- จำโดยการแปลงนึกเป็นภาพประกอบ
- ทำความเข้าใจ รับรู้ให้ลึกซึ้งมากที่สุด

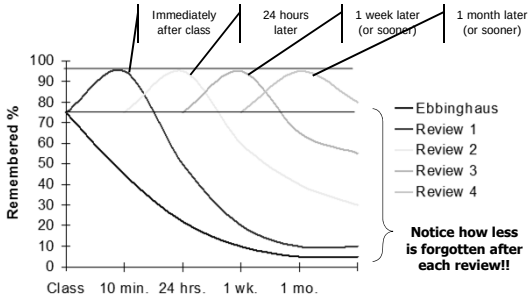
21

Ebbinghaus Forgetting Curve

Retention of Information Over Time



Overcoming the Curve



คิดสร้างสรรค์

- ไม่ติดกรอบความคิด หรือรูปแบบความเคยชินเดิมๆ
- คิดและมองเรื่องนั้นในแง่มุมมองใหม่ๆ ที่แตกต่างจากเดิม
- คิดสร้างสรรค์สิ่งใหม่ๆ แนวทางใหม่ๆ
- คิดเชิงอุปมาอุปมัย
- ใช้เทคนิคคำถาม

ภาพนิ่ง 16

C1 CHRIS, 4/11/2551

everything
is a copy
of everything
of everything
of everything
…

ลอกเรียน

Copy & Learning

แนวทางการค้นหาข้อมูลความรู้

- ระบบอินเตอร์เน็ต **WWW**
- ตำรา หนังสือ ห้องสมุด
- เอกสาร บันทึกกิจกรรม
- ศึกษาดูงาน
- นิทรรศการ
- สิ่งที่พบเห็นในชีวิตประจำวัน

The power to question
is the basis of
all human progress.

- Indira Gandhi

เทคนิคแผ่นตรวจสอบของออสบอร์น (Osborn's Checklist)

- เอาไปใช้อย่างอื่นได้หรือไม่ (put to other uses?)
- ดัดแปลงใช้อย่างอื่นได้หรือไม่ (adapt?)
- ปรับเปลี่ยนได้หรือไม่ (modify?)
- เพิ่มขยายได้หรือไม่ (magnify?)
- ลด หดได้หรือไม่ (minify?)
- ทดแทนได้หรือไม่ (Substitute?)
- จัดใหม่ได้หรือไม่ (rearrange?)
- สลับได้หรือไม่ (reverse)
- ผสม รวมกันได้หรือไม่ (combine?)

เทคนิคการตั้งคำถามของ Chenfeld

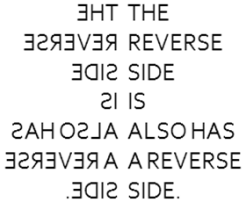
- **What else?** แล้วมีอะไรอีก
- **What if?** อะไรจะเกิดขึ้นถ้า....
- **Show it?** แสดงออกมาให้เห็น
- **Fake if?** คิดขึ้นมา

The important thing is not to stop question

- Albert Einstein

มองหา	สิ่งไหน
เจอแต่	สิ่งนั้น

ความเคยชิน ทำให้เคยตัว



dog god

live evil

เทคนิคของกอร์ดอน (The Gordon Technique)

- **ประธานกลุ่มไม่ให้ข้อมูลที่ของปัญหาที่ชัดเจน แต่จะแปลงปัญหาให้อยู่ในรูปคำพูดนามธรรมแทน (ทำให้ปัญหาไม่เป็นที่คุ้นเคย)**
- **สมาชิกในกลุ่มระดมสมองตามกรอบคำถามแรก**
- **ประธานกลุ่มให้ข้อมูลเพิ่มเติมเป็นกรอบหรือเงื่อนไขเพิ่มขึ้น**
- **สมาชิกในกลุ่มระดมสมองอีกครั้งตามกรอบเงื่อนไขที่เพิ่มเติม**

เทคนิคการแปลงปัญหาของกอร์ดอน

- การทำปัญหาที่แปลกให้คุ้นเคย เพื่ออิงกับประสบการณ์ความรู้เดิมที่มีในการแก้ไข หรือแยกแยะวิเคราะห์ปัญหา
- การทำปัญหาที่คุ้นเคยให้ดูแปลกใหม่ มองปัญหาในแนวใหม่ หรือเปลี่ยนมุมมองในการการมองปัญหา

เทคนิคซินเนคติคของกอร์ดอน (Synectics Thechnique)

- อุปมาอุปมัยโดยอิงตัวเอง (Personal Analogy)
- อุปมาอุปมัยโดยตรง (Direct Analogy)
- อุปมาอุปมัยโดยอิงสัญลักษณ์ (Symbolic Analogy)
- อุปมาอุปมัยโอยอิงจินตนาการ (Fantasy Analogy)

เทคนิคการสร้างความคิดสร้างสรรค์อื่นๆ

- การรวบรวมปัญหาและหนทางแก้ไขโดยใช้สมุดบันทึก (CNB- Collective Notebook)
- การรวบรวมปัญหาและหนทางแก้ไขโดยใช้ป้ายบอร์ด (CBB –Collective Bulletin Board)
- กลับสิ่งที่คิด แล้วลองคิดในมุมกลับ
- จับคู่ตรงข้าม เพื่อหักมุมสู่สิ่งใหม่

เทคนิคการสร้างความคิดสร้างสรรค์ (ต่อ)

- คิดแหวกวงความน่าจะเป็น ย้อนกลับมาหาความเป็นไปได้
- หาสิ่งไม่เชื่อมโยง เป็นตัวเขี่ยความคิดสร้างสรรค์
  - เปิดหนังสือหารูปภาพ ข้อความ บทความ
  - เปิดพจนานุกรม
- ใช้เทคนิคการสังเคราะห์ส่วนประกอบ (Morphological Synthesis) ในลักษณะผสมข้ามมิติของเมตตริกซ์

เทคนิคการสังเคราะห์ส่วนประกอบ (Morphological Synthesis)

วิธีการ / เส้น	ต้ม	ลวก	ย่าง	ผัด	ทอด	นึ่ง/อบ	คลุก/ตำ
เส้นเล็ก							
เส้นใหญ่							
สปาเก็ตตี้/มักกะโรนี							
บะหมี่/เกี๊ยว							
ไม่มีเส้น							

การสร้างธุรกิจท่องเที่ยว(ใหม่)

รูปแบบ / ยานพาหนะ	วิว ธรรมชาติ	หาความรู้ วิชาการ	อนุรักษ์ /ใช้ชีวิตตามท้องถิ่น	ศิลปวัฒนธรรม	บันเทิง สนุกสนาน	ท้าทาย โลดโผน	สุขภาพ
รถทัวร์ รถตู้							
รถยนต์ส่วนตัว							
จักรยานยนต์							
จักรยานปั่น							

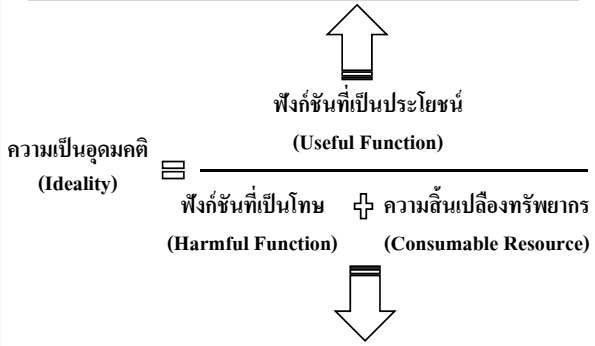
ทฤษฎีการแก้ปัญหาเชิงนวัตกรรม (TRIZ)

TRIZ เป็นคำย่อจากภาษารัสเซีย “Teoriya Resheniya Izobretatelskikh Zadatch” ตรงกับภาษาอังกฤษคือ “Theory of Inventive Problem Solving” ทฤษฎีการแก้ไขปัญหาเชิงนวัตกรรม

TRIZ คืออะไร ?

TRIZ เป็นหลักการในการคิดค้น และออกแบบประดิษฐกรรมสำหรับแก้ปัญหาต่าง ๆ ที่พบในทางอุตสาหกรรม ให้มีฟังก์ชั่นการใช้งานสูงสุด ลดฟังก์ชันที่เป็นโทษ และลดทรัพยากรที่ต้องใช้ (Resources) สรุปคือการเพิ่มความเป็นอุดมคติ (Ideality) ซึ่งจะมีข้อจำกัดของ ความขัดแย้งกัน (Contradiction) ของตัวแปรต่าง ๆ กล่าวคือ ของสิ่งหนึ่งนั้น เมื่อเราพยายามที่จะเพิ่มคุณสมบัติหนึ่ง ก็มักมีผลในทางตรงกันข้ามกับอีกคุณสมบัติหนึ่ง

ความเป็นอุดมคติ (Ideality)



กฎแห่งความอุดมคติ (Law of Ideality)

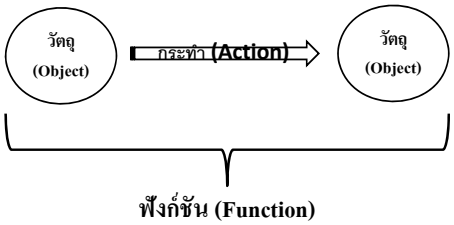
ทุก ๆ ระบบ (Technical System) จะต้องมีการปรับปรุงตัวเองตลอดช่วงอายุการใช้งาน เพื่อให้เข้าสู่ความเป็นอุดมคติ (Ideality) คือ มีความเที่ยงตรงมากขึ้น (more reliable) ใช้งานได้ง่ายขึ้น (simpler) มีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น (more effective) รวมไปถึงการลดต้นทุน ลดพลังงาน ลดทรัพยากรที่ใช้ ลดพื้นที่ ฯลฯ เมื่อระบบเข้าสู่ความเป็นอุดมคติที่สุด สิ่งที่จะเกิดขึ้นก็คือ กลไก (Mechanism) จะหมดไป ในขณะที่ฟังก์ชั่นการทำงานยังคงมีอยู่ หรือเพิ่มขึ้น

4 ขั้นตอนสู่ความเป็นอุดมคติตามแนวคิด TRIZ

<u>ขั้นตอนที่ 1</u> ระบุฟังก์ชันการทำงานของระบบที่ต้องการพัฒนา

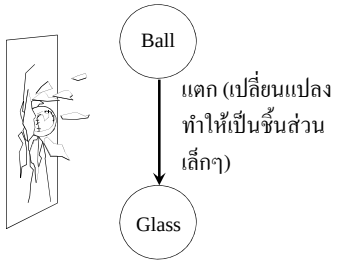
- ฟังก์ชันที่เป็นประโยชน์ **(Useful Function)** ที่อยากพัฒนาให้มีเพิ่ม หรือทำให้สมบูรณ์
- ฟังก์ชันที่เป็นโทษ **(Harmful Function)** ที่อยากลด หรือกำจัดออกจากระบบ

หน้าที่การงาน (Function)



ภาษาปกติ | ภาษาฟังก์ชัน

ลูกบอลโดนกระจกแตก



4 ขั้นตอนสู่ความเป็นอุดมคติตามแนวคิด TRIZ

ขั้นตอนที่ 2 ระบุทรัพยากรสิ้นเปลืองของระบบ ที่ต้องการปรับปรุง

- วัตถุดิบ **(Material)**
- พลังงาน **(Energy)**
- เวลา (**Time)**
- พื้นที่ **(Space)**

4 ขั้นตอนสู่ความเป็นอุดมคติตามแนวคิด TRIZ

ขั้นตอนที่ 3 มองถึงระบบที่ต้องการปรับปรุง **(Technical System)** ในสภาพต่างๆ

- มองระบบก่อนทำงาน ขณะทำงาน และหลังทำงาน
- มองระบบขณะทำงานร่วมกับระบบย่อยอื่นๆ (ในระบบรวม **SS-Super System** เช่น การแปรงฟันประกอบด้วย มือ ยาสีฟัน น้ำ และฟัน ส่วนระบบย่อย **Sub S-Sub System** ของแปรงสีฟันประกอบด้วย ขนแปรง ด้ามแปรง ฯลฯ)

4 ขั้นตอนสู่ความเป็นอุดมคติตามแนวคิด TRIZ

ขั้นตอนที่ 4 หาความเป็นไปได้ในการพัฒนาความเป็นอุดมคติด้วย 4 แนวทางดังนี้คือ

1. ลด หรือกำจัดฟังก์ชันที่เป็นโทษให้น้อยลง
2. เพิ่ม ฟังก์ชันที่เป็นประโยชน์ทำให้สมบูรณ์มากขึ้น
3. ลด การใช้ทรัพยากรสิ้นเปลือง
4. เพิ่ม ฟังก์ชันที่เป็นประโยชน์ใหม่ๆ เพิ่มขึ้น

การแก้ไขความขัดแย้ง (Contradiction)

- **ความขัดแย้งด้านการจัดการ**
- **ความขัดแย้งด้านเทคนิค**
- **ความขัดแย้งด้านกายภาพ**

1. ความขัดแย้งด้านการจัดการ

- ต้องการสินค้าคุณภาพดีแต่ราคาถูก
- ต้องการพนักงานมากช่วงงานมาก แต่ต้องการลดพนักงานช่วงงานน้อย
- อยากมีลูกค้าเยอะ แต่ส่งมอบงานไม่ทัน
- อยากลดต้นทุน แต่ต้องมีการลงทุนซื้อเครื่องจักรใหม่

2. ความขัดแย้งด้านเทคนิค

- อยากประหยัดน้ำมันรถ แต่ต้องขับให้ช้าลง
- อยากได้แอร์ที่เย็นไว แต่ต้องประหยัดไฟฟ้า
- อยากให้เครื่องบินมีน้ำหนักเบา แต่ต้องแข็งแรง
- อยากให้ยางรถยนต์เกาะถนนดี แต่ประหยัดน้ำมัน

3. ความขัดแย้งด้านกายภาพ

- อยากมีไส้กรอง แต่ไม่อยากให้ไส้กรองตัน
- อยากมีแว่นสายตาใช้ได้ทั้งสั้น และยาว
- อยากได้เสื้อผ้าที่บาง แต่ทนทาน
- อยากให้เสาเข็มเล็กตอกง่าย แต่เสาเข็มต้องแข็งแรง

ขั้นตอนการแก้ปัญหาโดยใช้ TRIZ

Step 1 ค้นหาปัญหาที่มีอยู่

Step 2 มองปัญหาในรูปแบบของ physical contradiction คือ กำหนดตัวแปรที่มีผลต่อผลิตภัณฑ์ในทิศตรงกันข้ามกัน โดยอาศัย 39 ตัวแปรของ Altshuller (The Altshuller's 39 Engineering Parameters)

Step 3 ค้นหาการแก้ปัญหา โดยอาศัย 40 หลักการพื้นฐานในการประดิษฐ์ (40 Fundamental inventive principles)

40 หลักการ 39 ตัวแปร

Altshuller พบว่า ในทุกอุตสาหกรรมต่างก็เจอปัญหาในรูปแบบที่คล้าย ๆ กัน และถูกแก้ซ้ำแล้วซ้ำอีกด้วยหลักการเดียวกัน ซึ่งสามารถจะจำแนกแนวทางการแก้ปัญหาทั้งหมดออกได้เป็น 40 หลักการพื้นฐาน (Fundamental inventive principles) กับ 39 ตัวแปร (Parameter) ที่เกี่ยวข้องในการวิเคราะห์ปัญหา ซึ่งจะช่วยให้นักประดิษฐ์สามารถประหยัดเวลาในการหาแนวทางการแก้ปัญหาที่เคย มีผู้คิดค้นสำเร็จมาก่อนแล้ว

40 หลักการพื้นฐานในการแก้ไขปัญหา (Fundamental inventive principles)

หลักการที่ 1 การแบ่งส่วน (Segmentation)

A – แบ่งส่วนวัตถุออกเป็นส่วนย่อยอิสระต่อกัน

B – ทำให้ชิ้นส่วนประกอบหรือฉลุดแยกออกจากกันได้ง่ายขึ้น

C – เพิ่มระดับของการแบ่งส่วนย่อยให้มากขึ้น

ตัวอย่าง

ประแจบล็อก เลนส์กล้องถ่ายรูป ระบบเครื่องยนต์มัลติวาล์วและหลายสูบในเครื่องยนต์ เตียงสปริง การแยกชั้นของถังกระบวนการเคมี, ที่ล็อคปรับอานเบาะจักรยาน ทำให้ปลดข้อต่อระบบท่อน้ำหรือระบบไฮโดรลิค, มีดโกนหนวดหลายใบมีด, ระบบจุดระเบิดหลายจุด การสร้างชิ้นส่วนจากการอัดเป็นแผ่นชั้นๆ เฟอร์นิเจอร์แยกประกอบ รั้วบ้านที่สามารถประกอบเพิ่มความยาวได้ไม่จำกัด, เว็บไซต์ ชั้นวางสินค้า หลอด LED ระบบปรับอากาศแยกส่วน

หลักการที่ 2 สกัดออก/แยกออก (Extraction/Taking Out)

A – แยกสิ่งที่ไม่ต้องการ หรือบางคุณสมบัติออกจากวัตถุ หรือแยกเอาเฉพาะส่วน (คุณสมบัติ) ที่จำเป็นเท่านั้นออกมาจากวัตถุ

ตัวอย่าง

แยกคอมเพรสเซอร์ไปนอกอาคาร คอยล์เย็นอยู่ข้างใน, ใช้เสียงสุนัขป้องกันขโมย, หุ่นไล่กา, แยกพื้นที่ห้ามสูบบุหรี่, การไล่นกออกจากสนามบิน ด้วยการเปิดเทปเสียงที่ทำให้นกตกใจ, การสกัดน้ำมันหอมระเหย รถบรรทุกพ่วงที่สามารถยกเก็บล้อเวลาไม่ใช้งานขึ้นได้ กระบวนการรีไซเคิล

หลักการที่ 3 ลักษณะเฉพาะ (Local Quality/Optimal Resource)

A – เปลี่ยนแปลงโครงสร้างวัตถุจากรูปแบบเดียวให้มีความแตกต่างกันเฉพาะส่วน

B – เปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อมหรือผลกระทบจากภายนอกจากรูปแบบเดียวกันให้มีความต่างกันเฉพาะส่วน

C – ทำให้แต่ละฟังก์ชันของวัตถุมีเงื่อนไขที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการทำงาน

D – ทำให้แต่ละชิ้นส่วนของวัตถุเหมาะกับการทำงานที่แตกต่าง และหรือทำให้เหมาะสมกับการใช้งานมากที่สุด

ตัวอย่าง

ลดพื้นที่โค้งในระบบแคโรไดนามิค ด้วยการทำล่องครีบ, ด้ามจับฉนัดมือของอุปกรณ์, รูปทรงเครื่องดื่มให้วางซ้อนกันได้มั่นคง, การโค๊ทเคลือบผิว เพื่อป้องกันการลึกกร่อน หรือไม่ทำให้ติดผิว, ใช้อุณหภูมิ แรงดัน ความหนาแน่นผันแปรแทนที่ค่าคงที่, ใช้การไหลผ่านแบบอลหม่านเพื่อเปลี่ยนคุณสมบัติการถ่ายเทความร้อน, ตู้เย็นแยกส่วนแช่แข็ง, การแบ่งแยกโซนในระบบเผาไหม้ของเครื่องยนต์ มีดทหารสวิส ที่เปิดขวดกระป๋องรวมกัน, ม้อนกับที่ถอนตะปู ดินสอที่มียางลบในแท่ง

หลักการที่ 4 การไม่สมมาตร(Asymmetry)

A - เปลี่ยนแปลงรูปร่างหรือคุณสมบัติของวัตถุจากสมมาตรเป็นไม่สมมาตร

B – เปลี่ยนแปลงรูปร่างของวัตถุให้เหมาะสมกับความไม่สมมาตรจากภายนอก (การออกแบบให้เหมาะกับการใช้งานของคน)

C – ถ้าวัตถุไม่สมมาตรอยู่แล้ว ให้เพิ่มระดับของการไม่สมมาตรเพิ่มขึ้น

ตัวอย่าง

ใช้ตำแหน่งรูปร่างป้องกันการใช้ผิดหรือประกอบผิดเช่นปลั๊กสายดิน, บริเวณพื้นเรียบของก้านกลมใช้ทำระบบล็อค, โอริงรูปไข่, ลูกเบี้ยว, เฟืองเกลียว, ระบบพวงมาลัยรถยนต์รองรับถนนไม่เรียบ, ปีกเครื่องบินชุดเชยแรงผลักที่ไม่สมมาตร, ระบบเทอร์โบ, ปรับเปลี่ยนพื้นผิวปีกเครื่องบินเพื่อเปลี่ยนคุณสมบัติการยกตัว, ข้อต่อสายที่มีรูปร่างซับซ้อนแตกต่างกันไม่ต่อผิด, มาตรวัดไม้บรรทัดที่มีหลายหน่วย, กุญแจและแม่กุญแจ, เรือใบ, ไฟสูงต่ำรถยนต์, ระบบป้องกันความผิดพลาด Poka Yoke, ให้หน้ายางด้านนอกทนต่อการเสียดสีได้มากกว่าด้านใน

หลักการที่ 5 ควบรวมกัน (Merging/Consolidation)

A – นำสิ่งที่แยกแยะ หรือเหมือนกัน หรือมีการทำงานในพื้นที่เดียวกันมาควบรวมติดกัน

B – ทำให้วัตถุหรือการทำงานที่ใกล้กันหรือขนานกัน นำทั้งหมดมาทำในเวลาเดียวกัน

ตัวอย่าง

ปืนกลอัตโตเมติค, ตลับหมึกสีรวม, ใบมีดโกนหลายชั้น, กระจกหลายชั้น, ตัวถอนแม็กยิง, รถเกี่ยวและนวดข้าว, การผลิตแบบเซล, เครื่องเก็บหญ้าในเครื่องตัดหญ้า, สถาปัตยกรรมคอมพิวเตอร์, อุปกรณ์ USB, มีดตัดเล็บเด็กพร้อมแว่นขยาย, เคาน์เตอร์เซอร์วิส, เครื่องชุดที่พ่นไอน้ำออกมาลดฝุ่น และทำให้พื้นนุ่มลงในเวลาเดียวกัน

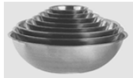
หลักการที่ 6 ทำให้อเนกประสงค์(Universality)

A – ทำให้บางส่วน หรือวัตถุทำงานได้หลายฟังก์ชัน จนสามารถตัดส่วนอื่นที่ไม่จำเป็นออกไปได้

ตัวอย่าง

เบาะเด็กในรถแปลงเป็นรถเข็นเด็ก, โฮมเอ็นเตอร์เทน, มีดทหารสวิส, เตาอบในเตาไมโครเวฟ, วิทยุนาฬิกาปลุก, อุปกรณ์ทำความสะอาดบ้าน, CD ใช้บรรจุข้อมูลต่างๆ, มาตรฐานแลกเปลี่ยนข้อมูล สวิทช์ไฟห้องน้ำพร้อมเปิดพัดลมระบายอากาศ, สว่านไร้สายใช้เจาะ ขันสกรู ขัดได้, เสื้อผ้าฟรีไซส์, น้ำยาอเนกประสงค์, โซฟาที่แปลงให้เป็นเตียงนอนได้

หลักการที่ 7. ซ้อนทับกัน (Nesting/Russian Dolls)



A – วางวัตถุหนึ่งใส่ลงข้างในอีกอัน

B – วางวัตถุหลายชิ้นใส่ลงซ้อนกันไปเรื่อยๆ

C – ทำให้ชิ้นส่วนหนึ่งเคลื่อนผ่านลอดโพรงของอีกส่วนไปได้

ตัวอย่าง

ใส่ตู้เซฟในผนังหรือใต้พื้นบอร์ด, ฉีดฉนวนในกำแพงผนัง, แปรงทาเล็บในขวดน้ำยา, ซับในเสื้อโค๊ท, โต๊ะซ้อนได้, ช้อนหรือถ้วยตวง, เก้าอี้ซ้อนได้, การโค๊ทผิวกันกัดกร่อนเป็นชั้นๆ, กล้องเทโรสโคป, เสาวิทยุรถ, ที่เก็บสายไฟในเครื่องดูดฝุ่น, เครื่องดึงเก็บสายเข็ดขัดนิรภัย, ตลับเทปวัด, ตลับกระสุนปืน, ดินสอกดที่เก็บไส้สำรองได้, มีดพับ, แก้วกระดาษ, ข้อความโฆษณาซ้อนในใต้ทีวี,

หลักการที่ 8 ต่อต้านน้ำหนัก (Counter or Anti-weight)

A - ชดเชยน้ำหนักของวัตถุด้วยการควบรวมกับวัตถุอื่นที่ทำหน้าที่ยกขึ้น

B – ชดเชยน้ำหนักวัตถุด้วยแรงที่ถูกกระทำจากสภาพแวดล้อม (อาทิ แรงอากาศพลศาสตร์ แรงชลพลศาสตร์ แรงลอยตัว และแรงอื่นๆ ฯลฯ)

ตัวอย่าง
เรือคายัคมีโฟมอัดข้างใน, เรือบินใส่สารที่เบากว่าอากาศ, บอลลูนก๊าซร้อนหรือฮีเลี่ยม, เครื่องสร้างกระแสลมหมุนยกอากาศยาน, เรือสะเทินน้ำสะเทินบก, รถไฟฟ้าใช้แม่เหล็กยกตัวลดแรงเสียดทาน, อุปกรณ์ยกน้ำหนักสุญญากาศ,

หลักการที่ 9 ต้านทานไว้ก่อน (Preliminary Anti-action)

A – ถ้าจำเป็นต้องปฏิบัติงานที่ให้ผลกระทบทั้งที่เป็นประโยชน์และให้โทษ ควรมีการป้องกันต่อต้านผลกระทบด้านลบไว้ก่อนปฏิบัติงาน

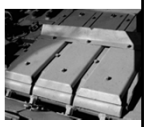
B – ทำให้เกิดแรงกดดันความเครียดของวัตถุที่ไม่พึงประสงค์ที่จะต้องรับแรง

ตัวอย่าง
คลุมป้องกันไว้เช่นคลุมผ้าตะกั่วกันรังสีตอนเอ็กเรย์, การปิดเทปเวลาทาหรือพ่นสี, Pre-stress น็อต, กางเกงยีนส์หดไว้ก่อน, การลดความดันของถัง, คอนกรีตเสริมเหล็ก ท่อที่เสริมด้วยท่อโลหะหลาย ๆ ท่อพันรอบเป็นเกลียว, ทาครีมกันแดด, การฉีดวัคซีน, Pre-stressed คอนกรีต

หลักการที่ 10 การกระทำก่อน (Preliminary Action)

A – จัดเตรียมสิ่งที่จำเป็น หรือทำการเปลี่ยนแปลงที่ต้องการกับวัตถุไว้ก่อนล่วงหน้า (ทั้งหมด หรือเพียงบางส่วน)

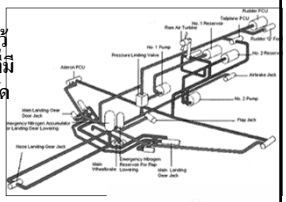
B – จัดเตรียมวัตถุที่จำเป็นต่างๆ ไว้ให้พร้อมก่อนเพื่อให้ทำงานได้สะดวกโดยไม่เสียเวลา



ตัวอย่าง
รอยปรุไว้ฉีกกระดาษ, โทรศัพท์เติมเงิน, จิก/ฟิกเจอร์ช่วยการผลิต, วางทาบวอลเปเปอร์ก่อนติด, การฆ่าเชื้อในเครื่องมือแพทย์, กาวของแสตมป์, เตรียมวัสดุงานผลิต, อุปกรณ์ประจำรถ, การเตรียมเครื่องมืออุปกรณ์ให้พร้อม

หลักการที่ 11 ป้องกันไว้ก่อน (Beforehand Cushioning)

A – เตรียมมาตรการฉุกเฉินวิธีการสำรองไว้ก่อนเพื่อตอบสนองแก้ไขกรณีวัตถุนั้นที่มีความน่าเชื่ออือต่ำในการทำงาน ('เข็มขัดนิรภัย')



ตัวอย่าง
ร่มชูชีพสำรอง, ระบบควบคุมสองระบบ, ระบบแอร์แบ็กในรถ, ยางอะไหล่, วาล์วลดความดัน, แบตเตอรี่สำรอง, โปรแกรมบันทึกข้อมูลอัตโนมัติ, การร่างแบบ, แผ่นกันชนในมอเตอร์เวย์, ระบบป้องกันอัคคีภัย, ระบบ RFID ป้องกันหนังสือหาย, ระบบตรวจจับอาวุธในสนามบิน,

หลักการที่ 12 ศักยภาพสมดุลเท่ากัน (Equipotentiality)

A – ถ้าวัตถุต้องถูกทำให้เพิ่มขึ้นหรือลดลง เปลี่ยนการออกแบบเงื่อนไขวัตถุ เพื่อตัดการเพิ่มลดออกไป หรือทำให้ทำงานโดยหลักสมดุลไม่ใช้พลังงาน

ตัวอย่าง
กล้องส่องใต้ท้องรถ, รถโฟลคลิฟท์, ประตูน้ำ, หลุมเปลี่ยนน้ำมันเครื่อง, รถเคเบิลขึ้นลงสวนทางกัน

หลักการที่ 13 ทำตรงกันข้าม (The Other Way Round, Do it in Reverse)

A – ใช้วิธีการแก้ไขปัญหาตรงข้ามกับวิธีเดิมที่เคยใช้ (เคยใช้วิธีลดความเย็น ก็เปลี่ยนเป็นให้ความร้อนแทน)

B – ทำให้ชิ้นส่วนเคลื่อนไหว(หรือสภาพแวดล้อมภายนอก) ให้หยุดนิ่ง และทำให้ชิ้นส่วนคงที่เคลื่อนที่แทน

C – เปลี่ยนวัตถุ(หรือกระบวนการ) กลับบนลงล่าง

ตัวอย่าง
คลายเกลียวติดด้วยการให้ความเย็นด้านใน แทนที่การให้ความร้อนด้านนอก, การทดสอบแรงดันถังปรับความดันที่ภายนอกถังแทน, ทดสอบรั่วด้วยการอัดความดันจุ่มลงในน้ำ, การใช้ฟองสบู่หาจุดรั่ว, การสลับขี้ล้อรถมอเตอร์ไซด์, หมุนชิ้นงานแทนเครื่องมือ, ควันภาชนะฉีดน้ำล้างจากด้านล่าง, การทำความสะอาดโดยใช้ vibration แทนการใช้สารขัดสี, อุโมงค์ลมทดสอบ, ลู่วิ่งออกกำลังกาย , ออกแบบฝาเปิดด้านล่าง

หลักการที่ 14 ส่วนโค้งทรงกลม (Spheroidality – Curvature)

A – แทนที่จะใช้ชิ้นส่วนเป็นเส้นตรงเป็นเส้นโค้งแทน พื้นผิวเรียบเป็นพื้นผิวทรงกลม รูปทรงสี่เหลี่ยมลูกบาศก์เป็นรูปทรงทรงกลมแบบลูกบอลแทน

B – ใช้โรลเลอร์ บอล ขดเกลียว โดม

C – จากการเคลื่อนที่เส้นตรงเป็นแบบหมุนรอบเพลา (หรือในทางกลับกัน)

D – ใช้แรงเหวี่ยงหนีศูนย์

ตัวอย่าง
กระป๋องเครื่องดื่ม, ปั๊มหอยโข่ง, โครงสร้างโค้งแบบโดม, รูดแร่ง เครียดที่ปลายสล๊อต, การปรับความนูนของเลนส์เปลี่ยนคุณสมบัติรับแสง, เกลียวยกของ, ล้อทรงกลมแทนล้อทรงกระบอก, ระบบโรตารี่ในระบบไฮโดรลิค, ปั๊มโรตารี่, มอเตอร์ลิเนียร์, การหล่อแบบเหวี่ยงหนีศูนย์ให้ความหนาเท่ากัน, การหมุนชิ้นส่วนหลังทาสีใหม่ๆ,

หลักการที่ 15 พลวัต (Dynamics)

A – อนุญาตหรือออกแบบให้คุณลักษณะของวัตถุหรือสภาพแวดล้อมภายนอกหรือกระบวนการปรับเปลี่ยนได้ เพื่อหาค่าหรือสภาวะที่ทำให้การทำงานได้ผลดีที่สุด

B – แบ่งวัตถุออกเป็นส่วนให้เคลื่อนไหวสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน

C – ถ้าวัตถุ หรือกระบวนการคงที่ไม่ยืดหยุ่น ทำให้มันเคลื่อนที่ได้หรือปรับเปลี่ยนได้

D – เพิ่มระดับการเคลื่อนที่อย่างอิสระ

ตัวอย่าง
ไฟฉายที่มีคอที่สามารถดัดได้ตามต้องการ, บันไดเลื่อน, รางล้อปรับเลื่อนตำแหน่งได้, ใส่เจลในเบาะให้ปรับรูปร่างได้, สารโพลีเมอร์อัลลอยด์จำรูปทรง, เก้าอี้พับเก็บได้ มือถือ โน้ตบุคพับเก็บได้, ข้อต่อยืดหยุ่น, สตริมเมอร์,

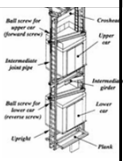
หลักการที่ 16 ทำบางส่วนหรือทำเกิน (Partial or Excessive Actions)

A – ถ้ายากที่จะทำให้สำเร็จทั้ง 100% ให้ทำให้น้อยลงเล็กน้อย หรือทำให้มากเกินเล็กน้อย ด้วยวิธีการแบบเดิม จะทำให้การแก้ไขปัญหาง่ายขึ้น

ตัวอย่าง
พ่นสีรถโดยใช้ลม, วิธีการทาสีผนังห้อง, การทาสีภายในถังน้ำมัน โดยใช้วิธีการหมุนถังให้สีทาได้ทั่ว, ฟิล์มห่อรัดสิ่งของ, ทำหยาบๆ ก่อนแล้วค่อยมาตกแต่ง,

หลักการที่ 17 เปลี่ยนสู่มิติอื่น (Another Dimension)

A – ถ้าวัตถุอยู่ในวง หรือเคลื่อนไหวเป็นเส้นตรง พิจารณาใช้มิติหรือเคลื่อนไหวออกจากแนวเส้นตรง



B – ถ้าวัตถุอยู่ในวงหรือเคลื่อนไหวในแนวพื้นราบ พิจารณาใช้มิติหรือเคลื่อนไหวออกจากพื้นราบเรียบ

C - ใช้หลายชั้นวางจัดเรียงวัตถุแทนที่การจัดเรียงเพียงชั้นเดียว

D – เอียงหรือจัดวางวัตถุแนวใหม่ วางบนด้านของมัน

E – ใช้ด้านอื่นของพื้นที่เคยใช้

ตัวอย่าง
ใบมีดฟันเลื่อย, สายหมุนเกลียว, บันไดวน, เนินขึ้นลงสถานีรถไฟ, ตลับ CD รวม, ชั้นเก็บของ, รถดัมพ์, ติดอุปกรณ์สองด้านแผงวงจร, อุดรอยรั่วด้วยวิธีใส่สารอุดจากด้านใน, การวางซ้อนตู้คอนเทนเนอร์, บ้านประหยัดพลังงานที่ติดกระจกโค้งไว้ทางทิศเหนือของบ้าน เพื่อสะท้อนแสงอาทิตย์ให้บ้านสว่างได้ทุกจุดทั้งวัน

หลักการที่ 18 การสั่นเชิงกล (Mechanical Vibration)

A – ทำให้วัตถุนั้นสั่นสะเทือน

B – เพิ่มความถี่ในการสั่นให้สูงขึ้น (สูงถึงขั้นอุลตราโซนิค)

C – ใช้ความถี่เรโซแนนท์ของวัตถุ

D – ใช้การสั่นสะเทือนของ piezoelectric แทนการสั่นเชิงกล

E – ใช้คลื่นอุลตราโซนิคร่วมกับสนามแม่เหล็กในการสั่นสะเทือน

ตัวอย่าง
ทำความสะอาดโดยคลื่นอุลตราโซนิคส์, เครื่องขัดผิวชิ้นงาน, ใช้ vibration ช่วยในการหล่อ ให้โลหะไหลได้ดีขึ้น, การเขย่ากระป๋องสีการใช้งาน, สว่านเจาะกระแทก, เครื่องสลายนิ่วความถี่เรโซแนนซ์, ล้างขวดด้วยการสั่นความถี่เรโซแนนซ์, การสั่นของผลึกควอทซ์ใช้ในนาฬิกา, ใช้อัลลอยด์ผสมในเตาหลอมเหนี่ยวนำ

หลักการที่ 19 กระทำเป็นจังหวะ (Periodic Action)

A – แทนที่จะกระทำอย่างต่อเนื่อง ให้ทำเป็นจังหวะแทน

B – ถ้าการกระทำเป็นจังหวะอยู่แล้ว เปลี่ยนความถี่และขนาดความแรงของการกระทำ

C – ใช้การหยุดคั่นจังหวะเพื่อให้เกิดการกระทำที่แตกต่าง

ตัวอย่าง
เคาะตีเป็นจังหวะ, การเจาะกระแทก, ใช้เสียงไซเรน, เครื่องดูดฝุ่น, การตัดด้วยน้ำ, เครื่องซักผ้า, การสั่งข้อมูลด้วยระบบคลื่นวิทยุ, ระบบเบรก ABS, เครื่องเจาะผิวถนน, ไฟฉุกเฉินจะทำให้กระพริบเป็นจังหวะ ทำให้สังเกตได้ง่ายกว่าไฟที่ไม่กระพริบ

หลักการที่ 20 ทำประโยชน์อย่างต่อเนื่อง (Continuity of Useful Action)

A – ทำให้ทำงานอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้ทำงานเต็มที่ หรือมีประสิทธิภาพสูงสุดตลอดเวลา

B – กำจัดช่วงเวลาว่างในการทำงาน หรือการทำงานแล้วหยุดคั่นเป็นช่วงๆ

ตัวอย่าง
การผลิตแบบลีน, แนวคิด Quick Changeover การประกอบรถยนต์ในสายพานเคลื่อนที่, เกียร์อัตโนมัติ, ทำงานบนสายพานเคลื่อนที่, การเจาะโดยใช้ใบมีดที่ทำงานได้ทั้งทิศทางไป และกลับ

หลักการที่ 21 ข้ามกระโดด/รีบทำ (Skipping/Rushing Through)

A – ดำเนินกระบวนการหรือระยะที่มีความเสี่ยงอันตรายหรือทำให้พังเสียรูปได้ ให้ผ่านพ้นไปโดยเร็ว

ตัวอย่าง
การเชื่อมสปอต, การเจียรนัย, การตัดเฉือนโลหะ, การตัดผนังพลาสติกแบบไม่ให้เกิดการเปลี่ยนรูป โดยใช้ความเร็วสูง

หลักการที่ 22 ใช้วิกฤติให้เป็นประโยชน์ (Convert Harm into Benefit)

A – ใช้ปัจจัยที่เป็นโทษให้เกิดผลดีทางบวก (โดยเฉพาะผลกระทบด้านลบจากสภาพแวดล้อมสิ่งที่อยู่รอบๆตัว)

B – กำจัดปัจจัยที่เป็นโทษอันหนึ่งด้วยการรวมมันเข้ากับปัจจัยที่เป็นโทษอีกอัน เพื่อหักล้างกัน

C – ขยายระดับการเกิดโทษ เพื่อให้ความเป็นโทษหมดไปโดยเร็ว

ตัวอย่าง
ก๊าซชีวภาพจากมูลสัตว์, การผลิตไฟฟ้าจากคลื่น ลม หรือความร้อนจากระบบปรับอากาศ, การ Heat treatment เหล็กด้วยไฟฟ้าความถี่สูง จะทำให้โลหะร้อนเฉพาะผิวหน้าเท่านั้น ดังนั้นนำวิธีนี้มาใช้กับงาน Surface Heat treatment แทน, heat exchanger จากความร้อนสูญเปล่า จากแสงอาทิตย์

หลักการที่ 23 ป้อนกลับ (Feedback)

A – นำการป้อนกลับ (การอ้างอิงกลับ หรือการตรวจสอบซ้ำ) มาปรับปรุงกระบวนการหรือการกระทำ

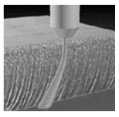
B – ถ้ามีการใช้การป้อนกลับอยู่แล้ว ให้ปรับเปลี่ยนความเข้มข้นหรืออิทธิพลการป้อนกลับให้สอดคล้องกับเงื่อนไขการทำงาน

ตัวอย่าง
เครื่องปรับอากาศ, pump จะทำงานเฉพาะเมื่อมีระดับน้ำต่ำเกินกำหนด ควบคุมจากแรงดันน้ำในถัง

หลักการที่ 24 ตัวกลาง (Intermediary/Mediator)

A - ใช้ตัวกลางในการสัมผัสสิ่งของ หรือ คั่นกลางระหว่างกระบวนการ

B - เอาวัตถุอื่นมาควบรวมกันชั่วคราว (ซึ่งง่ายต่อการถอดออกภายหลัง)

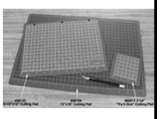


ตัวอย่าง
น้ำมันเกียร์, น้ำหม้อน้ำ, น้ำยาเครื่องปรับอากาศ, ลดการสูญเสียพลังงานจากการผ่านกระแสไฟในโลหะเหลว โดยการใช้ electrode และตัวกลางที่เป็นโลหะเหลวที่มีจุดหลอมเหลวต่ำกว่า

หลักการที่ 25 บริการตัวเอง (Self-service)

A - ทำให้วัตถุนั้นบริการหรือจัดการตัวเองด้วยการมีฟังก์ชันช่วยที่เป็นประโยชน์

B - ใช้ประโยชน์จากของเสีย พลังงาน หรือสสารในกระบวนการ



ตัวอย่าง
ก๊อกน้ำไร้สัมผัสใช้พลังงานจากน้ำแทนแบตเตอรี่, ป้องกันการสึกหรอในเครื่อง feeder สารขัดถู โดยการใช้วัสดุที่เป็นสารขัดถูเช่นกันที่ผิวนอก

หลักการที่ 26 เลียนแบบ (Copying)

A - แทนที่ของที่ไม่มี ของแพง ของแตกง่าย ด้วยการใช้ของเลียนแบบที่ง่ายๆ และไม่แพงแทน

B - แทนที่วัตถุหรือกระบวนการจริง ด้วยภาพสำเนาจากกล้องถ่าย

C – ถ้ามีการใช้สำเนาภาพถ่ายอยู่แล้ว ให้ลองเปลี่ยนเป็นสำเนาภาพอินฟาเรด หรืออุลตราไวโอเล็ตแทน

ตัวอย่าง
เครื่องถ่ายเอกสาร, วัดความสูงของวัตถุ โดยการวัดระยะที่เงาของมันเอง

หลักการที่ 27 ใช้แล้วทิ้ง (Dispose/Cheap short-lived Objects)

A - แทนที่การใช้สิ่งของที่แพง ด้วยการใช้ของที่ถูกกว่าหลายชิ้น เพื่อให้ได้คุณภาพที่ยอมรับได้ เพราะเหตุผลด้านระยะการใช้งานที่สั้น

ตัวอย่าง
ผ้าอ้อมสำเร็จรูป, จานกระดาษ, อาหารกล่อง, กระสวยอวกาศ

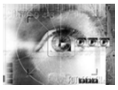
หลักการที่ 28 แทนระบบเชิงกล (Mechanics Substitution / Replacement of Mechanical System)

A - แทนที่วิธีการเชิงกลด้วยวิธีการใช้ระบบเซ็นเซอร์แบบอื่นแทน (แสง, เสียง, รสชาติหรือกลิ่น)

B - ใช้ไฟฟ้า แม่เหล็ก และสนามแม่เหล็กตอบสนองทำงานร่วมกับวัตถุ

C – เปลี่ยนจากหยุดนิ่งเป็นเคลื่อนไหว จากไม่มีโครงสร้างให้มีโครงสร้าง

D – ใช้สนามแม่เหล็กผสมรวมกับอนุภาคที่สนามพลังถูกกระตุ้น(อาทิ เฟอโรแมกเนติค)

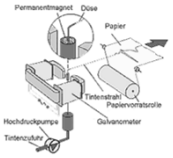


ตัวอย่าง
กาวประสานรอยแผล, การเพิ่มแรงยึดระหว่างโลหะ กับวัสดุเคลือบที่เป็น thermoplastic โดยการสร้างสนามแม่เหล็ก

หลักการที่ 29 ระบบนิวเมติคและไฮดรอลิค (Pneumatics and Hydraulics)

A - ใช้ก๊าซหรือของเหลวแทนที่ชิ้นส่วนของแข็ง (ทำให้พอง ใส่ของเหลว เบาะลม ตัวบอกระดับน้ำ เป็นต้น)

ตัวอย่าง
เบาะลมในรถโดยสารขนาดใหญ่, การขนพัสดุที่แตกง่าย โดยการใช้ถุงลมกันกระแทก

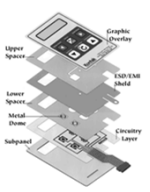


หลักการที่ 30 เยื่อยืดหยุ่นหรือฟิล์มบาง (Flexible Shells / Membranes or Thin Films)

A - ใช้เยื่อยืดหยุ่นหรือฟิล์มบางแทนโครงสร้างสามมิติ

B - แยกวัตถุออกจากสภาพแวดล้อมภายนอกด้วยการใช้เยื่อยืดหยุ่นหรือฟิล์มบาง

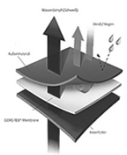
ตัวอย่าง
ฟิล์มห่ออาหาร, ป้องกันการเสียน้ำที่ใบพืช โดยการเคลือบสาร polyethylene ซึ่งมีคุณสมบัติในการถ่ายเทออกซิเจนได้ดี



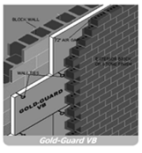
หลักการที่ 31 วัสดุรูพรุน (Porous Materials)

A - ทำให้วัตถุเป็นรูพรุน หรือเพิ่มส่วนที่เป็นรูพรุนเข้าไป (ด้วยการแทรก หรือเคลือบ เป็นต้น)

B - ถ้าวัตถุเป็นรูพรุนอยู่แล้ว ให้ใช้ประโยชน์จากรูพรุนนั้น



ตัวอย่าง
ไส้กรอง, โลหะซินเตอร์, ใช้วัสดุประเภทฟองน้ำดูดซับสารหล่อเย็นไม่ให้ไหลเข้าเครื่องยนต์ ขณะที่เครื่องยนต์ทำงาน สารหล่อเย็นก็จะระเหย และทำหน้าที่ในการลดอุณหภูมิ



หลักการที่ 32 เปลี่ยนสี (Colour Changes)

A - เปลี่ยนสีของวัตถุ หรือสภาพแวดล้อมภายนอก

B – เปลี่ยนการโปร่งแสงของวัตถุหรือสภาพแวดล้อมภายนอก

C – เพื่อที่จะพัฒนาการมองเห็นวัตถุที่เห็นได้ยาก ให้ใส่สีลงไป หรือใช้วัสดุเรืองแสงช่วย

D – เปลี่ยนคุณสมบัติการแผ่รังสีของวัตถุ เพื่อใช้ในการแผ่ความร้อน

ตัวอย่าง

วัดอุณหภูมิแบบแถบสี, ทำให้ผ้าพันแผลโปร่งใส เพื่อสามารถเห็นบาดแผลได้ โดยไม่ต้องแกะ

หลักการที่ 33 เป็นเนื้อเดียวกัน (Homogeneity)

A - ทำให้วัตถุที่มีปฏิสัมพันธ์กับอีกวัตถุหนึ่ง ต้องเป็นวัสดุชนิดเดียวกัน หรือมีคุณสมบัติเหมือนกัน

ตัวอย่าง

น้ำยาลบคำผิด, การใช้วัสดุพื้นผิวของ feeder เป็นชนิดเดียวกับวัตถุดิบ ในกรณีของสารกัดกร่อน

หลักการที่ 34 ใช้ชิ้นส่วนที่สลายและเกิดใหม่ (Discarding and Recovering / Rejecting and Regenerating Part)

A - ทำให้ชิ้นส่วนของวัตถุที่ทำหน้าที่เสร็จแล้วสลายไปด้วยวิธีการละลาย ระเหย ฯลฯ หรือเปลี่ยนแปลงมันระหว่างการทำงาน

B - ทำให้คืนสภาพกลับ และทำให้ชิ้นส่วนวัตถุที่ใช้หมดไป ชิ้นต่อมากลับคืนมาอยู่ในสภาพพร้อมใช้งานต่อเนื่องต่อไป

ตัวอย่าง

พลาสติกย่อยสลายได้, กระสวยอวกาศที่ถูกปล่อยทิ้งเป็นส่วน ๆ หลังจากที่ส่วนนั้นใช้งานเสร็จ

หลักการที่ 35 เปลี่ยนคุณลักษณะ (Parameter Changes / Transformation of the Properties)

A - เปลี่ยนสถานะของวัตถุ (เป็นก๊าซ ของเหลว หรือของแข็ง)

B - เปลี่ยนความเข้มข้นหรือความหนาแน่น

C – เปลี่ยนระดับของความยืดหยุ่น

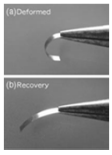
D - เปลี่ยนอุณหภูมิ

E - เปลี่ยนความดัน

F - เปลี่ยนพารามิเตอร์อื่นๆ

ตัวอย่าง

หม้อหุงข้าวแบบปรับแรงดัน, ในอุปกรณ์ที่เปราะ แตกง่าย น็อตที่ใช้ก็จะต้องทำจากวัสดุที่ยืดหยุ่นได้ดี



หลักการที่ 36 แปลงสถานะ (Phase Transitions)

A - ใช้ปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นระหว่างกระบวนการเปลี่ยนแปลงสถานะ (การเปลี่ยนปริมาตร การสูญเสียหรือดูดซับความร้อน ฯลฯ)

ตัวอย่าง

แผ่นความร้อนแก้ปวด, การป้องกันการขยายตัวของท่อที่มีลักษณะเป็นโครง โดยการใช้น้ำที่แช่จนเป็นน้ำแข็ง

หลักการที่ 37 ขยายตัวด้วยความร้อน (Thermal Expansion)

A - ใช้การขยายหรือหดตัว (หรือ การสัมผัส) ของวัสดุ โดยการเปลี่ยนแปลงความอุณหภูมิความร้อน

B - ถ้าใช้การขยายตัวจากความร้อนอยู่แล้ว ให้ใช้วัสดุที่มีค่าสัมประสิทธิการขยายตัวจากความร้อนที่แตกต่างกัน

ตัวอย่าง

เทอร์โมสแตท, ฟิม์ลหด, บ้านประหยัดพลังงานที่เปิดปิดหน้าต่าง ตามอุณหภูมิ ด้วยวัสดุโลหะ 2 ชนิดที่มีคุณสมบัติการขยายตัวตามความร้อนที่ไม่เท่ากัน

หลักการที่ 38 เร่งอ๊อกซิเดชั่น (Strong Oxidants / Accelerated Oxidation)

A - แทนที่อากาศปกติด้วยอากาศที่มีออกซิเจนเต็มที่
B - แทนที่อากาศผสมอ๊อกซิเจนด้วยอ๊อกซิเจนบริสุทธิ์
C - ทำให้อากาศหรืออ๊อกซิเจนเกิดการแตกตัวเป็นอิออนแผ่ออก
D - ใช้ประโยชน์จากอิออนของอ๊อกซิเจน
E - แทนที่การใช้อิออนอ๊อกซิเจนด้วยโอโซน

ตัวอย่าง
ถังหันน้ำ, การเติม oxygen เพิ่มให้กับคบเพลิง เพื่อทำให้เกิดความร้อนมากกว่าการใช้อากาศปกติ

หลักการที่ 39 บรรยากาศเฉื่อย (Inert Atmosphere/Environment)

A - แทนที่สภาพแวดล้อมปกติด้วยสภาพแวดล้อมเฉื่อย
B - เพิ่มส่วนทำให้เป็นกลาง หรือสารเติมแต่งความเฉื่อยใส่ในวัตถุ

ตัวอย่าง
บรรจุผักผลไม้ในซองสุญญากาศ, การใช้แก๊ซเฉื่อยในการดับไฟใน warehouse

หลักการที่ 40 วัสดุคอมโพสิท (Composite Materials)

A - เปลี่ยนวัสดุเดี่ยวเป็นวัสดุผสมคอมโพสิทในบริเวณที่มีต้องการคุณสมบัติผสมของแต่ละวัสดุ

ตัวอย่าง
ไม้เทียมทำจากไฟเบอร์ซีเมนต์, ปีกเครื่องบินที่ทำจากพลาสติกและ carbon fiber เพื่อให้ความแข็งแรงสูง แต่เบา

มีบริษัทแห่งหนึ่งต้องการให้ลูกค้าสามารถเห็นเนื้ออาหารในกระป๋อง แต่อาหารเสื่อมสภาพได้ง่ายภายใต้แสงแดด

วิธีวิเคราะห์ด้วยหลักการของ TRIZ ใช้ หลักการแบ่งแยกเพื่อแก้ปัญหาความขัดแย้งเชิงกายภาพ โดยกรณีนี้สามารถใช้หลักการแบ่งแยกเชิงสถานที่ และการแบ่งแยกเชิงเวลา นั่นคือเราต้องการให้ลูกค้ามองเห็นผลิตภัณฑ์ภายในบรรจุภัณฑ์ แต่เวลาที่ลูกค้าดู ไม่จำเป็นต้องเป็นเวลาเดียวกับที่วางให้สัมผัสแสง ดังนั้นสถานที่ของบรรจุภัณฑ์ที่ต้องทำให้ใส ก็ไม่จำเป็นต้องอยู่ด้านบนเสมอไป ผลลัพธ์ที่ได้คือกระป๋องที่ใสด้านล่าง ให้ลูกค้าพลิกดู และวางเอาด้านล่างลงทำให้ไม่เจอแสง

39 ปัจจัยเชิงเทคนิค

(The Altshuller's 39 Engineering Parameters)

1.Weight of moving object น้ำหนักของวัตถุซึ่งเคลื่อนที่
2.Weight of binding object น้ำหนักของวัตถุซึ่งอยู่กับที่
3.Length of moving object ความยาวของวัตถุซึ่งเคลื่อนที่
4.Length of binding object ความยาวของวัตถุซึ่งอยู่กับที่
5.Area of moving object พื้นที่ของวัตถุซึ่งเคลื่อนที่
6.Area of binding object พื้นที่ของวัตถุซึ่งอยู่กับที่
7.Volume of moving object ปริมาตรของวัตถุซึ่งเคลื่อนที่
8.Volume of binding object ปริมาตรของวัตถุซึ่งอยู่กับที่
9.Speed ความเร็ว
10.Force แรง

11.Tension, pressure แรงดึง, แรงดัน

12.Shape รูปร่าง

13.Stability of object เสถียรภาพของวัตถุ

14.Strength ความแข็งแรง

15.Durability of moving object ความคงทนของวัตถุซึ่งเคลื่อนที่

16.Durability of binding object ความคงทนของวัตถุซึ่งอยู่กับที่

17.Temperature อุณหภูมิ

18.Brightness ความสว่าง

19.Energy spent by moving object พลังงานที่ใช้ไปในการเคลื่อนที่ของวัตถุ

20.Energy spent by binding object พลังงานที่ใช้ไปโดยวัตถุอยู่กับที่

21.Power กำลัง

22.Waste of energy การสูญเปล่าของพลังงาน

23.Waste of substance การสูญเปล่าของสสาร

24.Loss of information การสูญเสียของข้อมูล

25.Waste of time การสูญเปล่าของเวลา

26.Amount of substance จำนวนของสสาร

27.Reliability ความน่าเชื่อถือ

28.Accuracy of measurement ความแม่นยำของการวัด

29.Accuracy of manufacturing ความแม่นยำของการผลิต

30.Harmful factors acting on object ปัจจัยโทษที่กระทำต่อวัตถุ

31.Harmful side effects ผลกระทบตามมาที่เป็นโทษ

32.Manufacturability ความสามารถในการผลิต

33.Convenience of use ความสะดวกในการใช้

34.Repairability ความสามารถในการซ่อมแซมกลับมาใช้งานได้ใหม่

35.Adaptability ความสามารถในการปรับตัว

36.Complexity of device ความซับซ้อนของอุปกรณ์

37.Complexity of control ความซับซ้อนของการควบคุม

38.Level of automation ระดับของความอัตโนมัติ

39.Productivity ผลิตผล