

# 1302 212 วัสดุวิศวกรรม

## ENGINEERING MATERIALS

3(3-0-6)



## บุคลากร



### อาจารย์ประจำวิชา

- |   |       |
|---|-------|
| 1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุขอังคณาภิ    | EN526 |
| 2. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สุริยา โชคสวัสดิ์ | EN526 |

### อาจารย์ควบคุมปฏิบัติการ

- |                           |              |
|---------------------------|--------------|
| 1. อ.เกรียงศักดิ์ บุญส่ง  | EN5          |
| 2. อ.อภิชาติ แสหนชัย      | EN5          |
| 3. อ.เกรียงศักดิ์ พระเนตร | EN6 ห้องสมุด |

## คำอธิบายรายวิชา



1. ความสำคัญและการใช้งานของวัสดุในงานวิศวกรรม
2. โครงสร้างผลึก และจุดบกพร่องของผลึกที่มีผลต่อคุณสมบัติทางกลและกลไกความแข็งแรงของวัสดุ
3. การศึกษาการเกิดโครงสร้างจุลภาคตามแผนภูมิสมดุลของเฟสและศึกษาโครงสร้างมหภาคที่สัมพันธ์กับคุณสมบัติของวัสดุ
4. ศึกษากระบวนการขึ้นรูปวัสดุและชิ้นส่วนวิศวกรรมเบื้องต้น ได้แก่ การหล่อ การรีด การตีขึ้นรูป เป็นต้น
5. สมบัติทางกลสมบัติทางไฟฟ้า และวัสดุในงานทางอิเล็กทรอนิกส์

## วัตถุประสงค์ของรายวิชา



1. เพื่อให้รู้จักชนิดและคุณสมบัติของวัสดุที่ใช้ในอุตสาหกรรม
2. เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างโครงสร้างจุลภาค คุณสมบัติทางกลและกระบวนการผลิต
3. สามารถนำทฤษฎีของวัสดุศาสตร์มาประยุกต์และเลือกใช้วัสดุที่เหมาะสมในงานอุตสาหกรรม

## Part 1 :Midterm



บทที่	เนื้อหา
1	บทนำวัสดุในทางวิศวกรรม: Introduction to Engineering Materials
2	โครงสร้างผลึกและความบกพร่องของผลึกของวัสดุ Crystal Structure and Crystal Imperfection
3	คุณสมบัติทางกลและการทดสอบ Mechanical properties and testing
4	กลไกความแข็งแรงของโลหะ: Strengthening mechanisms of Metals
5	กระบวนการผลิตและขึ้นรูปของโลหะ: Manufacturing processes
6	การกลายเป็นของแข็ง และระบบการเกิดโลหะผสม: Introduction to solidification and alloy system

5

## Part 2 :Final



บทที่	เนื้อหา
7	แผนภูมิสมดุลของเฟสและการเปลี่ยนเฟส: Equilibrium Phase diagrams and Phase transformations
8	โลหะผสมของเหล็ก-คาร์บอน (เหล็กกล้าและเหล็กหล่อ): Ferrous alloys (steels and cast iron)
9	โลหะผสมที่ไม่ใช่เหล็ก เช่น อลูมิเนียม และ ทองแดง: Nonferrous alloys such as Aluminium and Copper
10	เซรามิกส์: Ceramics
11	โพลิเมอร์: Polymers
12	วัสดุรวม Composites
13	วัสดุกึ่งตัวนำและคุณสมบัติทางไฟฟ้า Semiconductor and Electrical properties

6

## งานศึกษาด้วยตัวเอง



1. การตรวจสอบโครงสร้างทางจุลภาค
2. การศึกษาโครงสร้างผลึกและความบกพร่องของผลึกจากโปรแกรมช่วยสอน
3. การทดสอบความแข็งแรง
4. การทดสอบแรงดึง
5. การศึกษาแผนภูมิสมดุลของเฟส

7

## เกณฑ์การวัดผล



- ทดสอบท้ายชั่วโมงเรียน 10%
- งานกลุ่ม 10%
- ปฏิบัติการ(เรียนรู้ด้วยตัวเอง) 20%
- สอบระหว่างภาค 30%
- สอบปลายภาค 30%

8

## เกณฑ์ตัดเกรด

A	≥ 80
B+	75-79.99
B	68-74.99
C+	61-67.99
C	54-60.99
D+	47-53.99
D	40-46.99
F	< 40

9

## Books (ไทย)

1. ณรงค์ศักดิ์ ธรรมโชติ, **วัสดุวิศวกรรม**, กรุงเทพมหานครซีเอ็ดยูเคซ์ ๒549 (320 บาท)
2. สาโรช ฐิติเกียรติพงศ์ และ ดร.ชาญวุฒิ ตั้งจิตวิทยา, **วัสดุในงานวิศวกรรม**, กรุงเทพมหานครซีเอ็ดยูเคซ์ ๒541
3. มานพ ดันตระบัณฑิตย์, **วัสดุวิศวกรรม**, กรุงเทพมหานคร:สสท, 2545 (200 บาท)
4. เทพนารินทร์ ประพันธ์พัฒน์ และ วิหารติปัญญา, **วัสดุอุตสาหกรรม**, กรุงเทพมหานคร:สกายบุ๊คส์, 2539 (95 บาท)
5. ผศ.สังสิทธิ์สุวรรณ, **โครงสร้างและคุณสมบัติของวัสดุเล่ม 1 พฤติกรรมทางโครงสร้าง**, กรุงเทพมหานคร:ฟิสิกส์เซ็นเตอร์, 2529

10

## Books

1. Smith W.F., **Principles of Materials Science and Engineering, 2nd ed.** McGraw-Hill, NewYork, 1990
2. Callister Jr. W.D., **Materials Science and Engineering**, John Wiley & Sons, Canada, 1985
3. Courtney T.H., **Mechanical Behavior of Materials**, International Ed. McGraw-Hill, Singapore, 1990

11

## บทที่ 1 บทนำวัสดุวิศวกรรม

### Introduction to Engineering Materials

1302 212 Engineering Materials

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สุขอังคนาลี

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สุริยา ไชคสวัสดิ์

Engineering Materials

12

## จุดประสงค์การเรียนรู้



1. เข้าใจความหมายของวัสดุและประวัติของวัสดุ
2. อธิบายประเภทของวัสดุที่ใช้ในงานทางวิศวกรรมได้
3. เล็งเห็นความสำคัญของวัสดุทั้งในชีวิตประจำวันและในงานวิศวกรรม
4. นำความรู้ด้านวัสดุไปปรับใช้ในชีวิตประจำวันได้

13

## วิวัฒนาการของวัสดุ



วัสดุมีความสำคัญอย่างยิ่งในการพัฒนาและ เป็นสิ่งที่บ่งบอกถึงวิวัฒนาการของมนุษย์ สามารถแบ่งได้เป็น 3 ยุค ได้แก่

1. ยุคหิน (the Stone age)
2. ยุคทองแดง (the Bronze age)
3. ยุคเหล็ก (the iron age)

14

## The Stone Age



- ในยุคหิน (The Stone Age) ⇨ 8000 BC to 4000 BC มนุษย์รู้จักการใช้วัสดุจากธรรมชาติ เช่น หิน ดิน หนังสัตว์ และไม้



15

- 4000 BC. ⇨ ชาวตะวันออกกลางค้นพบทองแดง (Copper)
- ประมาณ 2000 BC มีการเพิ่มดีบุก(tin) ลงในทองแดง ซึ่งโลหะผสมที่ได้มีสีสวย และแข็งแรง เรียกว่า Bronze จึงเริ่มเกิดยุคสำริด (the Bronze Age) ขึ้น



16



- 1200 BC ⇨ เริ่มมีการถลุงเหล็ก และเหล็กกล้าเป็นวัสดุที่มีความแข็งแรงมากขึ้น และมีบทบาทในการทำสงคราม
- ในปี คศ. 1709 มีการใช้เหล็กหล่อสร้างสะพาน และประมาณ คศ.1850 ได้ค้นพบวิธีการถลุงเหล็กกล้าที่ประหยัด ⇨ จึงส่งผลให้มนุษย์เข้าสู่ยุคอุตสาหกรรม จึงได้มีการสร้างทางรถไฟ และอาคารต่าง ๆ มากมาย

17



- คศ. 1845 ถลุง อะลูมิเนียมได้
- คศ. 1886 ผลิต อะลูมิเนียมจำหน่ายได้
- คศ. 1909 ผลิต High strength aluminium
- คศ. 1913 ผลิต Stainless steel
- คศ. 1931 ผลิต Nickel-Chromium alloys ใช้งานที่อุณหภูมิสูง
- คศ. 1948 ผลิต Titanium ได้

18

ในปัจจุบันนี้ วัสดุที่มีความสำคัญในงานวิศวกรรมมีหลากหลาย และทุกคนก็มีความเกี่ยวข้องกับวัสดุในฐานะ ต่าง ๆ ดังนี้



- ผู้บริโภค วัสดุในชีวิตประจำวัน
- วิศวกร และ นักวิทยาศาสตร์ในฐานะ ผู้ผลิตและผู้ควบคุมการผลิต
- ผู้ออกแบบ ที่จำเป็นต้องเลือกใช้วัสดุให้เหมาะสม

19

## What is Materials?



- วัสดุ คือ สสาร หรือ สิ่งที่ถูกประกอบ หรือถูกสร้างขึ้นจากสิ่งต่าง ๆ รอบตัวเรา
- วัสดุพื้นฐานที่เป็นที่รู้จัก เช่น คอนกรีต เหล็ก แก้ว ยาง อลูมิเนียม ทองแดง กระดาษ พลาสติก เป็นต้น

20



- ตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน วัสดุและพลังงานถูกสร้างขึ้นและถูกใช้โดยมนุษย์เพื่ออำนวยความสะดวกในการดำรงชีวิต
- ชิ้นส่วนหรือโครงสร้างที่ผลิตขึ้นนั้น จะสามารถใช้งานได้ดีเพียงใดนั้น จะขึ้นกับสมบัติของวัสดุที่ใช้

21



ดังนั้นวิศวกรจำเป็นต้องเข้าใจถึงองค์ประกอบหรือสิ่งที่มีอิทธิพลต่อสมบัติของวัสดุเพื่อให้มีความรู้ในด้านต่าง ๆ ต่อไปนี้

1. เลือกใช้วัสดุให้เหมาะสมกับการใช้งานโดยพิจารณาจากประสิทธิภาพ และ ราคา
2. เข้าใจพฤติกรรมของวัสดุระหว่างการใช้งานและข้อจำกัดของวัสดุ
3. เพื่อสามารถที่จะสร้างวัสดุใหม่ ๆ ที่มีคุณสมบัติตามต้องการหรือ สามารถปรับปรุงสมบัติของวัสดุให้ดีขึ้น

22



## What is Engineering Materials?

- วัสดุวิศวกรรม คือ วัสดุที่ใช้ในงานเครื่องจักรกล อุปกรณ์ และเครื่องมือต่าง ๆ โดยผลิตขึ้นจากกระบวนการผลิต และในระหว่างการผลิตก็จำเป็นต้องใช้วัสดุช่วย เช่น วัสดุหล่อขึ้น วัสดุหล่อเย็นหรือสารเคมี
- ซึ่งต้องอาศัยความรู้เกี่ยวกับวัสดุศาสตร์

23



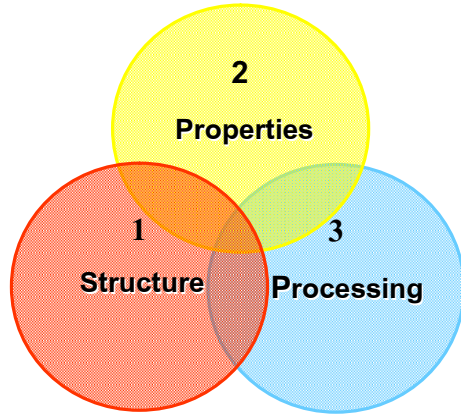
## What is Materials Science?

- วัสดุศาสตร์ เป็นความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างโครงสร้างภายใน, คุณสมบัติและกระบวนการผลิต หรือ เป็นศาสตร์ที่หาคำตอบสำหรับคำถามที่ว่าทำไมวัสดุที่ต่างกัน จึงมีสมบัติที่ต่างกัน

Basic knowledge about the relationships between internal structure and properties including processing of materials

24

ประสิทธิภาพและพฤติกรรมของวัสดุแต่ละชนิดจะขึ้นกับปัจจัยหลักดังนี้

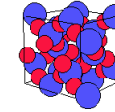


25

## 1. Structure: โครงสร้าง

โครงสร้างสามารถแบ่งได้เป็น 2 ระดับ คือ

- **โครงสร้างผลึก (Crystal Structure)** คือลักษณะการจัดเรียงตัวของอะตอม



- **โครงสร้างจุลภาค (Microstructure)** เป็นการจัดเรียงตัวของผลึกภายในวัสดุซึ่งสามารถมองเห็นได้โดยกล้องจุลทรรศน์

26

## 2. Properties: สมบัติ

คุณสมบัติของวัสดุคือ การตอบสนองต่อสิ่งแวดล้อม เช่น

- **Mechanical:** คุณสมบัติทางกล
- **Electrical:** คุณสมบัติทางไฟฟ้า
- **Thermal:** คุณสมบัติทางความร้อน
- **Magnetic:** คุณสมบัติแม่เหล็ก
- **Optical:** คุณสมบัติการหักเหของแสงหรือเกี่ยวกับแม่เหล็กไฟฟ้า
- **Corrosive:** คุณสมบัติด้านการกัดกร่อน

27

## 3. Processing: กระบวนการผลิต

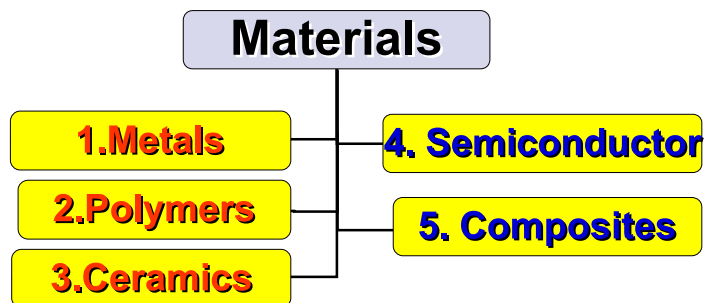
- กระบวนการผลิต เป็นกระบวนการในการแปรรูปวัสดุโดยการให้ความร้อน และแรงทางกล
- ผลจากการผลิต จะสามารถเปลี่ยนโครงสร้างจุลภาค และส่งผลโดยตรงต่อคุณสมบัติด้านต่าง ๆ ของวัสดุ



28

## Classification of Materials

วัสดุสามารถแบ่งได้เป็น 5 กลุ่มหลักโดยพิจารณาจากคุณสมบัติเคมี และการจัดเรียงตัวของอะตอม



29

## Metals: โลหะ

- จะประกอบด้วยธาตุที่เป็นโลหะ หรืออาจจะมีที่ไม่ใช่โลหะปนอยู่เล็กน้อย มี Valence electrons อยู่ล้อมรอบเหมือนเป็น 'an electron sea' ที่ทำหน้าที่ยึดเหนี่ยวประจุบวกให้อยู่ด้วยกัน

**คุณสมบัติ:** นำความร้อน และนำไฟฟ้าได้ดี แสงส่องผ่านไม่ได้ มีความแข็งแรงสูง แต่สามารถขึ้นรูปได้ ผิวมีความมันวาว

**ตัวอย่าง:** เช่น เหล็ก, อลูมิเนียม, ทองแดง, ตะกั่ว

30

## Polymers: โพลีเมอร์

- รวมถึง พลาสติกและยาง ส่วนใหญ่จะเป็นสารออร์แกนิก กล่าวคือมีคาร์บอนเป็นส่วนประกอบ, มีโมเลกุลใหญ่ และไม่มีผลึก (บางชนิดเป็นแบบผสมระหว่างมีผลึกกับไม่มีผลึก)

**คุณสมบัติ:** ไม่นำไฟฟ้า บางชนิดเป็นฉนวนความร้อน มีความยืดหยุ่นสูง ความหนาแน่นน้อย

**ตัวอย่าง:** พลาสติก, โพลีเอสเตอร์, PVC, ยาง

31

## Ceramics: เซรามิกส์

- เป็นสารประกอบของธาตุโลหะและไม่ใช่โลหะโดยพันธะเคมี เซรามิกส์ส่วนใหญ่จะอยู่ในรูปของสารประกอบ ออกไซด์ คาร์ไบด์ และไนไตรด์

**คุณสมบัติ:** เป็นฉนวนความร้อน และไฟฟ้า ทนความร้อน และ มีความคงทนในสิ่งแวดล้อมที่เป็นพิษมากกว่าโลหะและโพลีเมอร์ แข็งแต่เปราะ

**ตัวอย่าง:** ซีเมนต์, แก้ว, อลูมินา

32



## Composites: วัสดุรวม



- เป็นวัสดุผสมตั้งแต่ 2 กลุ่มวัสดุหลักขึ้นไปโดยที่วัสดุผสมจะต้องไม่ละลายซึ่งกันและกัน

**คุณสมบัติ:** จะเป็นการรวมคุณสมบัติที่ดีของวัสดุแต่ละชนิดที่ใส่เข้าไป

**ตัวอย่าง:** ไฟเบอร์กลาส (ได้ความแข็งของเส้นใยแก้วผสมความยืดหยุ่นของโพลิเมอร์)

33

## Semiconductor: วัสดุกึ่งตัวนำ



- วัสดุกึ่งตัวนำ เป็นวัสดุกึ่งตัวนำไฟฟ้า เช่น ซิลิกอน บริสุทธิ์ที่ถูกสร้างขึ้นด้วยวิธีต่าง ๆ กัน
- เช่น Silicon chip และ อุปกรณ์ไมโคร-อิเล็กทรอนิกส์ (microelectronic devices) ที่ทำจากซิลิกอนนี้ จะเป็นส่วนสำคัญในการผลิต satellites, computer, calculator, digital watch, robots เป็นต้น.

34

นอกจากนี้ยังมีวัสดุที่มีความสำคัญได้แก่

### Biomaterials: วัสดุชีวภาพ

- เป็นอีกวัสดุหนึ่งที่มีบทบาทในทางการแพทย์ วัสดุชีวภาพ จะหมายถึงวัสดุทุกประเภทที่สามารถใช้งานในด้านชีวภาพ สามารถใช้ได้ในร่างกายมนุษย์ เช่น ขาเทียม กระดูกเทียม เป็นต้น
- ตัวอย่างการใช้งาน ข้อกระดูกสันหลังเทียม
- <http://www.hangupthai.com>
- [www.thaispinedoctor.com](http://www.thaispinedoctor.com)

35

## ตัวอย่างวัสดุที่ใช้ในอุตสาหกรรม



1



2



3



4



5

36

### 1. อุตสาหกรรมรถยนต์



- เหล็กกล้า
- อลูมิเนียม
- เหล็กหล่อ
- ยาง
- พลาสติก

37

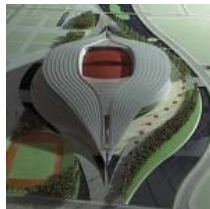
### 2. อุตสาหกรรมคอมพิวเตอร์และอิเล็กทรอนิกส์



- พลาสติก
- แก้ว
- ทองแดง
- คริสตัล
- Silicon
- magnesium

38

### 3. อุตสาหกรรมก่อสร้าง



- คอนกรีต
- ปูนซีเมนต์
- เหล็กกล้า
- กระจก
- ไม้
- อิฐ

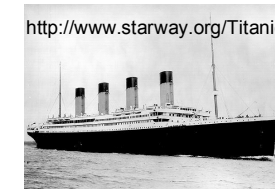
39

### 4. อุตสาหกรรมพาหนะทางน้ำ



- ผ้า
- อลูมิเนียม
- เหล็ก
- เชือก
- ไม้
- พลาสติก
- ไฟเบอร์กลาส

<http://www.starway.org/Titanic/>



40

## 5. อุตสาหกรรมอากาศยาน



- ไทเทเนียม
- เซรามิกส์
- อลูมิเนียมผสม
- นิกเกิลผสม
- ไฟเบอร์ไยแก้ว
- ซิลิกอน

41

## Materials 2000 and Beyond

- ปัจจัยที่มีผลต่อคุณภาพของ โลหะพื้นฐาน (iron, steel, aluminium, copper, zinc and magnesium) ได้แก่
- ความบริสุทธิ์ของธาตุ
- ความคุมส่วนผสม
- กระบวนการผลิต



42

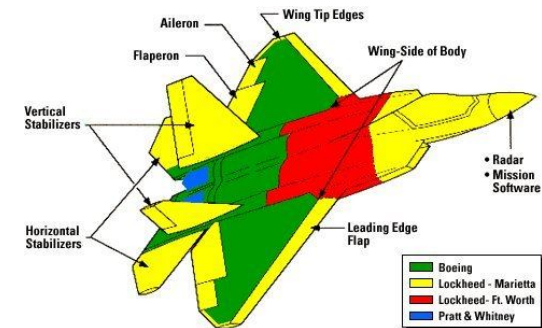
- New alloys (โลหะผสม) เช่น โลหะผสมนิกเกิล, ไทเทเนียม ที่ทนความร้อนและการกัดกร่อนได้สูง ได้ถูกพัฒนามาใช้ในงานอากาศยาน การแพทย์ และ กีฬา



[www.metallurgy.utah.edu](http://www.metallurgy.utah.edu)



ไบปัตเตอร์ไบน์ 43



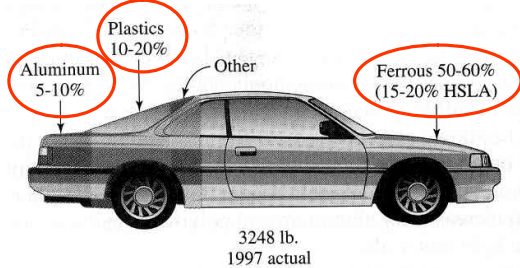
- The F/A-22 is constructed of titanium alloys (39% by weight); composites (24%); aircraft aluminum alloy (16%); and thermoplastics (1%).

[www.air-attack.com](http://www.air-attack.com)

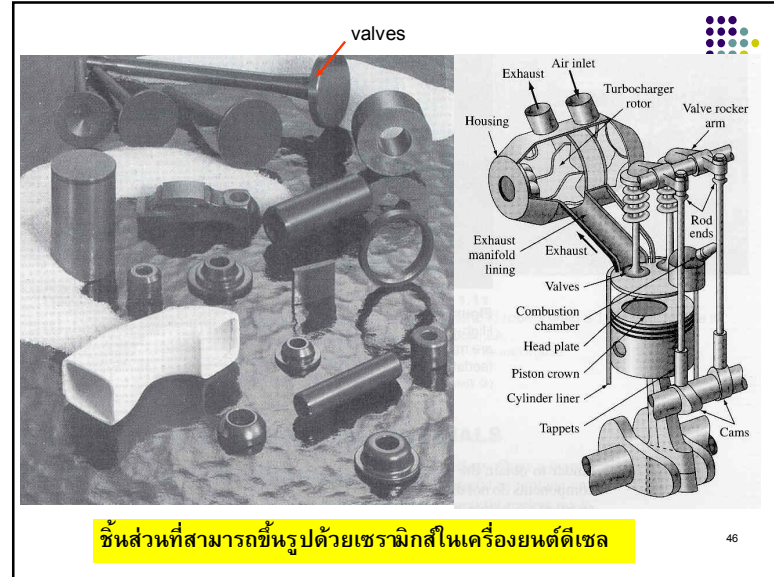
44

## Materials 2000 and Beyond (ต่อ)

- ในอุตสาหกรรมยานยนต์ โลหะผสมของอลูมิเนียม และแมกนีเซียม รวมทั้งพลาสติก และ เซรามิกส์ ได้ ถูกนำมาใช้ทดแทนเหล็กกล้าเพื่อลดน้ำหนัก



45



46

- วัสดุอิเล็กทรอนิกส์ และ Composites ในอนาคต เราจะเห็นการใช้งานของวัสดุทั้งสองชนิดเพิ่มมากขึ้น
- โดยเฉพาะชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ และในงานอุตสาหกรรมที่มีหุ่นยนต์ทำงานและควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์



<http://tech.mthai.com/>

47

## Check list:

1. ความหมายของวัสดุ และประวัติของวัสดุ
2. ประเภทของวัสดุที่ใช้ในงานทางวิศวกรรม
3. ความสำคัญของวัสดุทั้งในชีวิตประจำวันและในงานวิศวกรรม
4. การนำความรู้ด้านวัสดุไปปรับใช้ในชีวิตประจำวัน

48