

# EN727005 THERMODYNAMICS FOR CHEMICAL ENGINEERS อุณหพลศาสตร์สำหรับวิศวกรเคมี

## ตอน 1 กฎข้อที่ 2 ของ Thermodynamic

รศ.ดร.กัมปกรัตน์ โสภะสุด

### กฎข้อที่ 2

- กฎข้อที่ 2 อธิบายเกี่ยวกับตัวแปรที่เป็นตัวกำหนดทิศทางของการเกิดกระบวนการต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นทางกายภาพหรือทางเคมี (driving force of physical and chemical change) ซึ่งตัวแปรที่สำคัญเกี่ยวกับการกำหนดทิศทางของการเกิดกระบวนการต่างๆ คือเอนโทรปี (Entropy, S)  
"กระบวนการที่เกิดขึ้นได้เองจะเกิดขึ้นได้เมื่อการเปลี่ยนแปลงนั้นทำให้ระบบมีความไม่เป็นระเบียบมากขึ้น"

"ในการเกิดกระบวนการที่เกิดขึ้นเองได้ ค่าเอนโทรปีของระบบโดดเดี่ยวจะเพิ่มขึ้น:  $S_{\text{tot}} > 0$  โดยที่  $S_{\text{tot}}$  คือ เอนโทรปีทั้งหมดของระบบโดดเดี่ยว (isolated system) กับบรรจบบนที่เรานสนใจอยู่ข้างใน"

Processes occur in certain direction, *not in any direction.*



Ice cube is being molten



Water fall



A ball is rolling down slope



Hot coffee is being cooled down

**We've never seen these processes happen the other way round by themselves.**

9/25/2020

www.hust.edu.th

3

### การเปลี่ยนแปลง Entropy ของระบบ

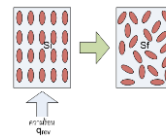
การเปลี่ยนแปลงเอนโทรปีของระบบโดดเดี่ยวจะมีค่าเท่ากับศูนย์สำหรับการเปลี่ยนแปลงที่ผันกลับได้  
พูดอีกแบบ การเปลี่ยนแปลงเอนโทรปีที่เราสังเกตได้ (irreversible) จะมีค่ามากกว่าศูนย์ (เป็น +) เนื่องจากความไร้ระเบียบ

$$dS = \frac{dq_{rev}}{T}$$

$$dS = \frac{dq_{rev}}{T}$$

หรือ

$$\Delta S = \int_1^2 \frac{dq_{rev}}{T}$$



$$dS \geq \frac{dq}{T}$$

Ref: วิทย์ วรรณกิจชัย <http://www.scimath.org/lesson-physics/item/7240-2017-06-11-14-22-46>

### Common name of thermal reservoir

- **Thermal reservoir**
- **Reservoir**
- **Heat source** or **Source**: for high temperature reservoir the give heat to the system
- **Heat sink** or **Sink**: for low temperature reservoir the receives heat rejection from the system

9/25/2020

www.hust.edu.th

5

### Heat Engine

There are many, but can be Characterized:-

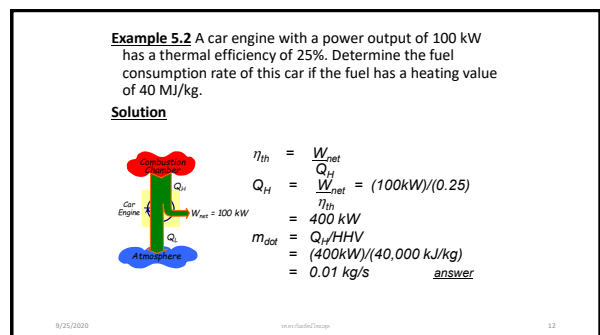
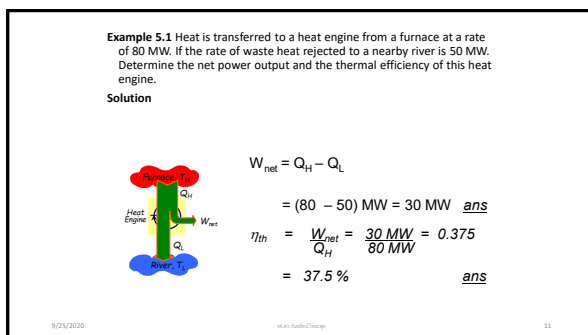
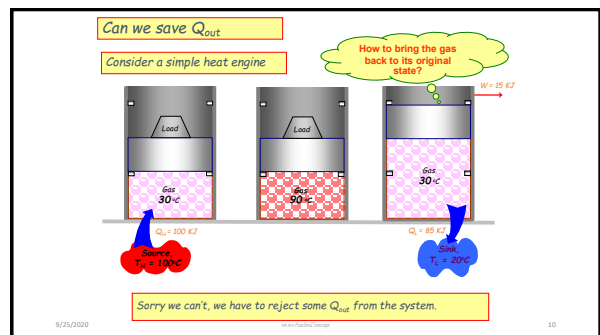
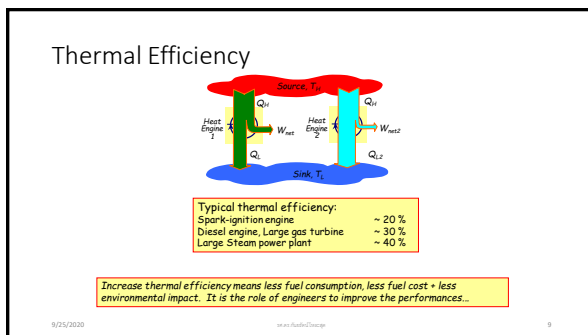
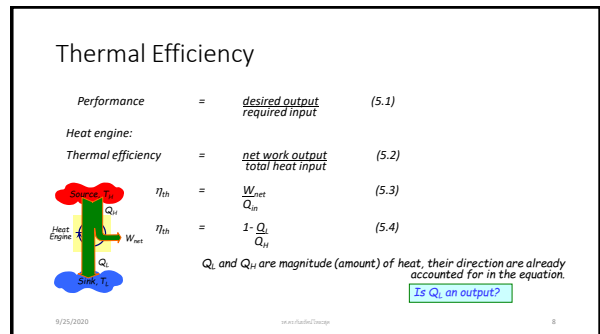
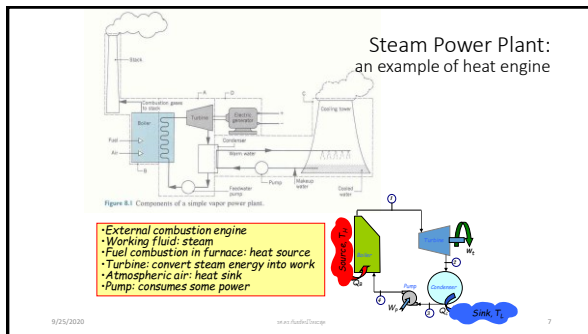
1. Receives heat from a heat source.
2. Converts part of heat into work.
3. Reject waste heat to heat sink.
4. Operates in cycle.

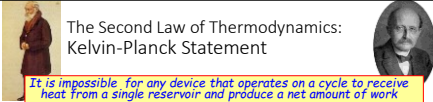


9/26/2020

www.hust.edu.th

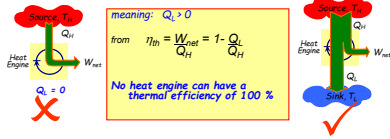
6





### The Second Law of Thermodynamics: Kelvin-Planck Statement

*It is impossible for any device that operates on a cycle to receive heat from a single reservoir and produce a net amount of work.*



9/25/2020

© 2020 Pearson Education, Inc.

13

## End of Part 1

9/25/2020

© 2020 Pearson Education, Inc.

14