

**ความร้อนแฝง ; ความร้อนแฝงจำเพาะ**  
**➔ เรารู้จักมันดีแค่ไหน**



เขียนเรียง : Webmaster (www.thaicadet.org)

Contact Us : Call 089-561-2511  
 e-mail : hot3744@hotmail.com

การสอบวิทยาศาสตร์ ด้านคุณนั้น มีเรื่องสำคัญเรื่องหนึ่ง ที่พวกเราทำไม่ได้ " ภาวะมันยาก " ยากตรงไหน ? ก็ตรงพยายามทำความเข้าใจในหน่วยและตัวกำกับคืออะไร แล้วเราจะแก้ปัญหานี้ได้อย่างไร

การเพิ่มมวลงานความร้อนให้กับสารใดๆ เราอาจคิดง่ายๆว่า เมื่อต้องการเปลี่ยนสถานะของสารนั้น ๆ { เช่น จาก ของแข็ง → ของเหลว หรือ จาก ของเหลว → ก๊าซ

เช่น ให้มวลงานความร้อน กับน้ำแข็ง ก็คือให้น้ำแข็ง เปลี่ยนสถานะ เป็นของเหลว

หรือให้มวลงานความร้อนกับของเหลว (น้ำ) เมื่อให้น้ำ (ของเหลว) เปลี่ยนสถานะ เป็นไอ

\* ถูกต้องตรงที่ เปรียบอย่างนั้น แต่ไม่น่าเชื่อว่า ที่อุณหภูมิเดียวกัน 2 จุด สารจะมีสถานะที่ต่างกัน

??? เหนียวได้ยังไงไร } กฎๆครกกัน : ที่ 0°C จะมีน้ำ ที่มีสถานะเป็นของแข็ง และ น้ำที่มีสถานะเป็นของเหลว การจะทำให้ น้ำ 0°C (ของแข็ง) → น้ำ 0°C (ของเหลว) ต้องใช้พลังงาน เราเรียกพลังงานนี้ว่า " ความร้อนแฝงของการหลอมเหลว "

\* หรือสรุปง่ายๆว่า ; ถ้าเป็นน้ำบริสุทธิ์ " ความร้อนแฝงของการหลอมเหลว " คือความร้อนที่ ทำให้ - น้ำแข็ง 0°C กลายเป็น น้ำ (ของเหลว) ที่ 0°C (โดยอุณหภูมิไม่เปลี่ยนแปลง) ไม่น่าเชื่อ แต่ก็เป็นเรื่องจริง ☺

จุดที่สอง คือ : ที่ 100°C จะมีน้ำที่มีสถานะเป็นน้ำเดือด และมีน้ำ ที่มีสถานะเป็นไอน้ำ การทำให้น้ำเดือด 100°C → ไอน้ำ 100°C ต้องใช้พลังงาน เราเรียกพลังงานนี้ว่า " ความร้อนแฝงของระเหยเป็นไอ "

\* หรือสรุปง่ายๆว่า ถ้าเป็นน้ำบริสุทธิ์ " ความร้อนแฝงของระเหยเป็นไอของน้ำเดือด " คือความร้อนที่ ทำให้ น้ำเดือด 100°C กลายเป็น ไอน้ำเดือด 100°C (โดยอุณหภูมิไม่เปลี่ยนแปลง) ไม่น่าเชื่อ แต่ก็เป็นเรื่องจริง เช่นกันครับ ☺

ซึ่งทั้งสองรูปแบบ ใช้สูตรคำนวณเดียวกัน นั่นคือ **Q = mL**

โดยที่ M รับ น้ำแข็ง 0°C → น้ำ 0°C จะมี Q = ความร้อนแฝง หรือ ปริมาณความร้อนที่สารนั้น ๆ ได้รับ หรือ คายออกมา มีหน่วยเป็น แคลอรี , กิโลแคลอรี หรือ จูล

m = มวลของสาร มีหน่วยเป็น กิโลกรัม  
 L = ความร้อนแฝงจำเพาะของสาร มีหน่วยเป็น แคลอรี ต่อกรัม หรือ กิโลแคลอรี ต่อโลกรัม หรือ จูลต่อโลกรัม

\* กำเนิด : ความร้อนแฝงจำเพาะของระเหยเป็นไอของน้ำ , หรือค่า L , มีค่าประมาณ 80 แคลอรี ต่อกรัม

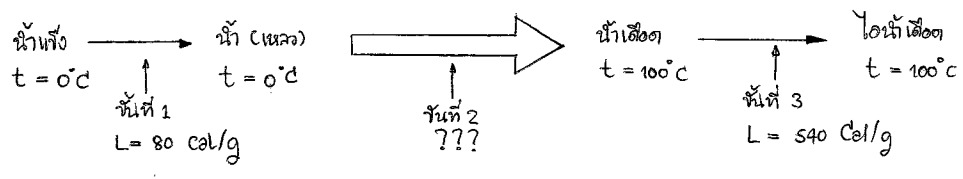
และสำหรับ น้ำ 100°C → ไอที่ 100°C จะมี  $Q =$  ความร้อนแฝงของการกลายพันธ์ไอของน้ำเดือด มีหน่วยเป็น แคลอรี

$m =$  มวลของน้ำ (สาร) ที่เปลี่ยนสถานะเป็นไอน้ำเดือด มีหน่วยเป็น กิโลกรัม

และ  $L =$  ความร้อนแฝงจำเพาะ ของการกลายพันธ์ไอ มีหน่วยเป็น แคลอรี ต่อกรัม, กิโลแคลอรี ต่อโลกรัม หรือจูลต่อโลกรัม

\* ต้องจำอ่กันด้วย ว่า ความร้อนแฝงจำเพาะของการกลายพันธ์ไอ, หรือค่า  $L$ , มีค่าประมาณ 540 แคลอรี ต่อกรัม

ที่จะเขียน chart อธิบาย การเปลี่ยนสถานะ แต่ไม่เปลี่ยนอุณหภูมิ ให้ดู ดังนี้



คำถาม คือ ขั้นที่ 2 คืออะไร ???

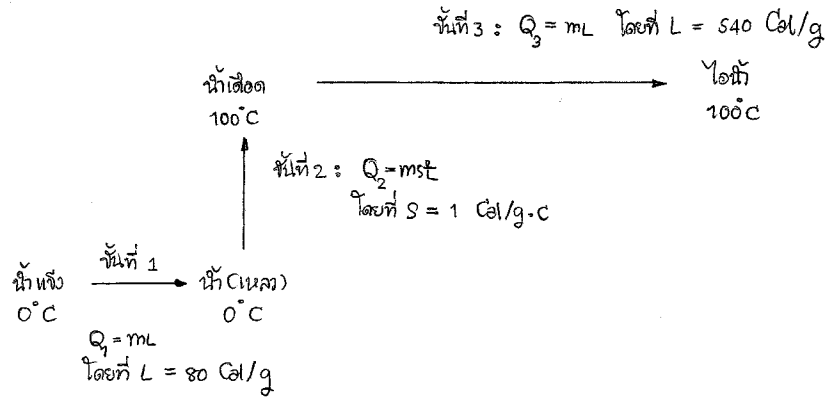
ขั้นที่ 2 คือ การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ ของน้ำ ซึ่งพื้นของเหลว จาก น้ำ 0°C → น้ำ 100°C ใจครับ

เขาเรียกกระบวนการนี้ว่า การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ โดยไม่เปลี่ยนแปลงสถานะ (น้ำยังพื้นของเหลวเหมือนเดิม)

โดย สมการความร้อนที่เกี่ยวข้อง กับกรณีนี้คือ  $Q = mst$

- โดยที่  $Q =$  ปริมาณความร้อนที่ใช้ในการ เปลี่ยนอุณหภูมิของน้ำ จาก 0°C → 100°C
- $m =$  มวลของสาร C หรือของน้ำ (ถ้ามีจารณาว่า) มีหน่วยเป็น กิโลกรัม
- $s =$  ความจุความร้อนจำเพาะของน้ำ เท่ากับ 1 แคลอรี ต่อกรัม ต่อ องศาเซลเซียส
- $t =$  อุณหภูมิของน้ำ ที่เพิ่มจาก 0°C → 100°C

ดังนั้น รูปแบบ Chart ที่สมบูรณ์แบบ ของการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ ควบคู่กับการเปลี่ยนแปลงสถานะ คือ



Note: การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิในขั้นที่ 2 ที่ใช้สูตร  $Q = mst$  นั้น

หน่วยสื่อบางเล่มจะใช้สูตร  $Q = me \Delta t$  โดยที่, ตามความหมายนั้น,  $c = s =$  ความจุความร้อนจำเพาะของสาร

และ  $t = \Delta t$  นั่นเอง

คำถาม คือ ถ้าโพธิ์ไม้คำนวณสารใดๆ ที่ไม่ใช่ไม้จะคิดรับ ?

ตอบข้างบน เขาก็ต้องรู้  $L_1 =$  ความร้อนแฝงจำเพาะ รับรับการหลอมเหลวของสาร (เปลี่ยนสถานะ ไม่เปลี่ยน  $t_{\text{หลอมเหลว}}$ )  
 หรือ  $c =$  ความจุความร้อนจำเพาะของสารนี้ๆ (เปลี่ยน Temp. ไม่เปลี่ยนสถานะ)  
 และ  $L_2 =$  ความร้อนแฝงจำเพาะรับรับการกลายเป็นไอ ของสาร (เปลี่ยนสถานะ ไม่เปลี่ยน  $t_{\text{จุดเดือด}}$ )  
แข็ง  $\rightarrow$  หลว  
 หลว  $\rightarrow$  ไอ

เมื่อถามทำไรที่ชัดเจน ภาตุตัวอย่างต้องไปนี้ครับ

Ex1 ในการทำให้น้ำแข็ง มวล 50 g เปลี่ยนสถานะจนเป็นไอน้ำเดือด  $100^\circ\text{C}$  จำนวนนั้น ต้องใช้พลังงานความร้อนเท่าใด

วิธีทำ ขั้นที่ 1 : เปลี่ยนสถานะ น้ำแข็ง  $0^\circ\text{C} \rightarrow$  น้ำ  $0^\circ\text{C}$

ใช้สูตร  $Q = mL_1$  ( $L_1 = 80 \text{ Cal/g}$ )  
 $= 50 \times 80$   
 $= 4,000 \text{ แคลอรี}$

ขั้นที่ 2 : ไม่เปลี่ยนสถานะ แต่เปลี่ยนอุณหภูมิของน้ำ จาก  $0^\circ\text{C} \rightarrow 100^\circ\text{C}$

ใช้สูตร  $Q = mc\Delta t$  ( $c =$  ความร้อนแฝงจำเพาะของน้ำ  $= 1 \text{ cal/g} \cdot ^\circ\text{C}$ )  
 $= 50 \times 1 \times (100 - 0)$   
 $= 5,000 \text{ แคลอรี}$

ขั้นที่ 3 : เปลี่ยนสถานะ ไม่เปลี่ยนอุณหภูมิ จาก น้ำ  $100^\circ\text{C} \rightarrow$  ไอน้ำ  $100^\circ\text{C}$

ใช้สูตร  $Q = mL_2$  ( $L_2 = 540 \text{ Cal/g}$ )  
 $= 50 \times 540$   
 $= 27,000 \text{ แคลอรี}$

$\therefore$  ปริมาณความร้อนที่ใช้ทั้งหมด  $= 4,000 + 5,000 + 27,000 = 36,000 \text{ แคลอรี}$

ซึ่ง ข้อนี้ Chill Chill มาก ใช้เงินแน่นอนได้

\* แอ่ก้อสับ ไม่ออกอย่างงั้นหรอกครับ

ตอบ

Note : สังเกตว่า ถ้าทำน้ำแข็งรับความร้อน (เมื่อถูกระบาย) จากอากาศ อากาศจะถูกดูดซับพลังงาน

ไอน้ำในอากาศ เมื่อถูกดูดซับพลังงาน (เมื่อไอน้ำในบรรยากาศนี้แห้ง) ก็จะเปลี่ยนสถานะจากไอน้ำในอากาศ  
 เป็นน้ำ (ของเหลว) และเกาะอยู่ข้างๆ แก้วน้ำแข็ง นั้นเอง

ส่วน การเปลี่ยนอุณหภูมิของน้ำ จาก  $0^\circ\text{C} \rightarrow 100^\circ\text{C}$  คงต้องอาศัยการต้มครับ ๒

เพราะถ้าใช้มือจับข้างแก้ว เกรงว่าชาตินี้ ยังโง่สั้นก็คงไม่เดือด ๓

Ex2 มองในทางตรงข้าม : ไอน้ำ 1 กรัม ที่  $100^\circ\text{C} \rightarrow$  น้ำเดือด 1 กรัม ที่  $100^\circ\text{C}$

ต้องคายพลังงานออกมา (ผู้รับหมดล้อม)  $= 540 \text{ แคลอรี}$

และ น้ำ 1 กรัม ที่  $0^\circ\text{C} \rightarrow$  น้ำแข็ง 1 กรัม ที่  $0^\circ\text{C}$

ต้องคายพลังงานออกมา (ผู้รับหมดล้อม)  $= 80 \text{ แคลอรี}$

เห็นกัน ตอบ

Ex3 ต้องการผสมเครื่องดื่ม จำนวน 5 ลิตร อุณหภูมิ 30°C ให้เย็นจัดคือ 0°C จะต้องเติมน้ำแข็งลงไปกี่กรัม  
จึงจะพอดี โดยไม่มีน้ำแข็งเหลืออยู่

วิธีทำ น้องๆ ลังเกอร์ น้ำ 5 ลิตร  $t = 30^{\circ}\text{C}$  ต้องทยอยล้างออกมา จน  $t = 0^{\circ}\text{C}$   
และ น้ำแข็งที่เติมเข้าไป ต้องรับพลังงานที่น้ำคายออกมา น้ำแข็งจึงละลายจนไม่มีเหลือเลย

เมื่อ น้ำ 5 ลิตร  $t = 30^{\circ}\text{C}$  จะกลายเป็นน้ำ 5 ลิตร  $t = 0^{\circ}\text{C}$

∴ ต้องใช้สูตร  $Q = mc\Delta t$  โดย  $c = 1 \text{ Cal/g}\cdot^{\circ}\text{C}$   
 $\Delta t = 30^{\circ}\text{C} - 0^{\circ}\text{C} = 30^{\circ}\text{C}$

★ หลายคนถามว่า ถ้าตัดแบบอุณหภูมิผสม จะทำได้นะไหม?  
ถ้า  $Q_{\text{ลด}}$  (น้ำ 30°C เลี้ยว  $Q$  เมื่อ  $t = 0^{\circ}\text{C}$ )  
ถ้า  $Q$  เพิ่ม  $C$  น้ำแข็ง  $m \text{ g}$  ที่  $0^{\circ}\text{C} \rightarrow$  น้ำ  $m \text{ g}$  ที่  $0^{\circ}\text{C}$   
เมื่อ  $Q_{\text{เพิ่ม}} = Q_{\text{ลด}}$   
∴  $mL + mc\Delta t = me\Delta t$  เมื่อ  $c=1$  และ  $\Delta t = 30^{\circ}\text{C}$   
 $m(80) = 150,000$  ∴  $m = \frac{150,000}{80} = 2,250 \text{ g}$

เราต้องหา  $m$  ของน้ำ จาก  $\rho_{\text{น้ำ}} = \frac{m}{V}$   
∴  $m = \rho_{\text{น้ำ}} \times V$  เมื่อ  $\rho_{\text{น้ำ}} = 1 \text{ g/cm}^3$   
 $= 1 \times 5,000$   $V = 5,000 \text{ cm}^3$   
 $= 5,000 \text{ g}$  (1 ลิตร = 1000  $\text{cm}^3$ )

∴  $Q = mc\Delta t$   
 $= (5,000) \times 1 \times 30$   
 $= 150,000$  แคลอรี

โดย  $Q = 150,000$  แคลอรี ต้องใช้น้ำแข็ง  $m \text{ g}$  เมื่อรับ  $Q$  สำหรับละลายอุณหภูมิของน้ำ 5 ลิตร

จาก  $Q = mL$   
แทนค่า  $150,000 = m \times 80$   
 $m = \frac{150,000}{80} = 1,875 \text{ g}$   
 $= 1.875 \text{ kg}$  ตอบ

Ex4 กำหนดให้ ความร้อนจากอากาศ ถ่ายเทไปให้น้ำแข็ง นกที่ละ 1,000 แคลอรี ถ้าถือเข้าห้อง นก 10 kg. ไข 3 ชั่วโมง  
จนเหลือน้ำแข็ง กี่กิโลกรัม

วิธีทำ สาเหตุการถ่ายเทความร้อน จากอากาศ สู่ห้องนี้ กันด้วย

ถ้า 1 นกที่  $Q$  ที่ถูกถ่ายเท = 1,000 Cal

∴ 3 ชั่วโมง =  $3 \times 60 = 180$  นาที  $Q$  ที่ถูกถ่ายเท =  $180 \times 1,000 = 180,000 \text{ Cal}$

จากสูตร  $Q = mL$  เมื่อ  $L =$  ความร้อนแฝงของการหลอมเหลวของน้ำแข็ง =  $80 \text{ Cal/g}$

แทนค่า ;  $180,000 = m \times 80$

∴  $m = \frac{180,000}{80} = 2,250 \text{ g} = 2.250 \text{ kg}$

นั่นคือ ถ้ามีน้ำแข็ง รับ  $Q = 180,000 \text{ Cal}$  น้ำแข็ง ต้องละลายเป็นน้ำ = 2.250 kg

∴ จะเหลือ น้ำแข็ง =  $10 - 2.25 = 7.75 \text{ kg}$  ตอบ

ต่อมา ถ้าการคำนวณใช้เวลา พักๆ ก็ยาวออกไปแล้ว  
เราจะเริ่มแนวทางการคำนวณอย่างไร ?

time is valid.  
What 'em ?

Exs ทำให้น้ำในหนึ่ง ทำให้ขึ้นปริมาตร 200 cm<sup>3</sup> เปลี่ยนอุณหภูมิจาก 30°C → 60°C ภายในเวลา 120 วินาที  
ถ้าทำน้ำใบเดียวกันนี้ ทำให้ของเหลว J ปริมาตรเท่ากับนี้ ซึ่งความร้อนที่มันขึ้นแบบเดียวกัน แต่ใช้เวลานาน 60 วินาที  
จงหา ความร้อนจำเพาะของของเหลว J ( กำหนดให้ ρ<sub>J</sub> = 0.8 g/cm<sup>3</sup> )

วิธีทำ

จากสิ่งที่โจทย์ให้ เปรียบเทียบได้จาก  $\rho_{น้ำ} = \frac{m}{V}$   
 $m = \rho_{น้ำ} V = (1 \text{ g/cm}^3) \times 200$   
 $m_{น้ำ} = 200 \text{ g}$

น้ำซึ่งมีการเปลี่ยนอุณหภูมิ จาก 30°C → 60°C จึงต้องรับพลังงานความร้อน Q

จาก  $Q = m c \Delta t$   
 $= 200 \text{ g} \times 1 \text{ Cal/g} \cdot ^\circ\text{C} \times (60 - 30)$   
 $Q = 6,000 \text{ แคลอรี}$

ถ้า  $Q = 6,000$  แคลอรี ถูกถ่ายเท ภายในเวลา 120 วินาที  
∴ ในเวลา 1 วินาที Q ถูกถ่ายเท  $\frac{6,000}{120} = 50$  แคลอรี

แล้วสมมติสารของเหลว J ที่รับ  $Q = 50$  แคลอรี/วินาที ในเวลา 60 วินาที

∴ ของเหลว J รับ  $Q_J = 50 \times 60 = 3,000$  แคลอรี

หา  $m_J$  จาก  $\rho_J = \frac{m_J}{V}$  จะได้  $m_J = \rho_J \times V$   
 $= (0.8)(200) = 160 \text{ g}$

จาก  $Q_J = m c \Delta t$   
 $3,000 = (160) \times c \times (60 - 30)$   
 $3,000 = 160 \times c \times 30$   
 $c = \frac{3,000}{160 \times 30} = \frac{100}{160} = \frac{5}{8} = 0.625$

∴ ความร้อนจำเพาะของของเหลว J = 0.625 Cal/g·°C

ตอบ

น้ำอง ๆ นั้นใหม่หมดรับว่า สูตร  $Q = mL$   
 และ  $Q = mc\Delta t$  นั้น

\* ถ้ามีเวลาเท่ากันก็ยิ่งง่าย ค่า  $Q$  ที่คำนวณได้ จะเป็นค่า  $Q$  ทั้งหมด ของ ช่วงเวลาที่หมดที่ใจท้อใจให้  
 นั่นคือ เราต้องมาพิจารณา ค่า  $Q/1$  วินาที อีกครั้งหนึ่ง ดังตัวอย่างที่ 5  
 ใน Ex 6 นี้ จะเป็นการหา ค่า  $L$  ที่ไม่ใช่ 80 Cal/g หรือ 540 Cal/g อย่างที่เรารู้จัก และ คำนวณปริมาณ  
 ของอุณหภูมิจาก Ex 6 ต่อไปนี้ครับ

Ex 6 ในกรณีการวัดอุณหภูมิของ น้ำแข็ง โดยการทำให้ น้ำแข็ง 20 g ละลาย และร้อนจนเดือดเป็นไอ

จะได้ผลการทดลอง ดังนี้

- ขั้นที่ 1 น้ำแข็ง 0°C → น้ำ 0°C ใช้เวลา 2 นาที
- ขั้นที่ 2 น้ำ 0°C → น้ำ 100°C ใช้เวลา 3 นาที
- ขั้นที่ 3 น้ำเดือด 100°C → ไอน้ำเดือด 100°C ใช้เวลา 15 นาที

Ex 6 ต่างจาก Ex 1 ตรงที่มีเวลา คำนวณก็ยิ่งง่าย  
 มันจะทำให้  $L \neq 80$  Cal/g  
 อย่างที่เราเคยเข้าใจ  
 (ซึ่งจริง ๆ มันต้องเท่ากัน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับ  
 การกำหนดตัวเลข ของโจทย์)

จากข้อมูลข้างต้น ขั้นที่ 1 ;  $Q_1 = mL = (20)L$   
 ในเวลา 2 นาที = 120 วินาที น้ำแข็งได้รับ  $Q_1$  เท่ากับ 20L แคลอรี  
 $\therefore$  ในเวลา 1 วินาที น้ำแข็งได้รับ  $Q_1$  เท่ากับ  $\frac{20L}{120}$  แคลอรี  
 หรือกล่าวได้ว่า อัตราการรับ ความร้อนของน้ำแข็ง =  $\frac{20L}{120}$  แคลอรี / วินาที

ขั้นที่ 2 ; เมื่อมี น้ำ 20 g อุณหภูมิ 0°C ได้รับพลังงานความร้อน จนอุณหภูมิขึ้นถึง 100°C  
 จากสูตร  $Q_2 = mrc$  (หรือ  $= mc\Delta t$ )  
 $\therefore$  น้ำจะได้รับ ความร้อน  $Q_2 = (20)(1) \times (100 - 0)$  แคลอรี  
 ในเวลา 3 นาที = 180 วินาที น้ำได้รับ  $Q_2 = 20 \times 100$  แคลอรี  
 $\therefore$  ในเวลา 1 วินาที น้ำได้รับ  $Q_2 = \frac{1 \times 20 \times 100}{180}$  แคลอรี  
 หรือกล่าวได้ว่า อัตราการรับ ความร้อนของน้ำ =  $\frac{20 \times 100}{180}$  แคลอรี / วินาที

เมื่ออัตราการรับ ความร้อนของน้ำแข็ง = อัตราการรับ ความร้อนของน้ำ  
 แทนค่าได้  $\frac{20L}{2 \times 60} = \frac{20 \times 100}{3 \times 60}$

\* สังเกตว่า เราคำนวณได้  $L = \frac{200}{3} = 66.67$  Cal/g  $\longrightarrow L = \frac{100 \times 2}{3}$  แคลอรี / กรัม  
 ในกรณีที่หา เร็วมากกว่า  $L = 80$  Cal/g  
 ที่ข้อ 2 ค่าไม่ตรงกัน  
 เพราะเงื่อนไขของเวลาที่โจทย์ กำหนดนั้นเอง  
 $= \frac{200}{3}$  กิโลแคลอรี / กิโลกรัม  
 $= \frac{1400}{9} \times \frac{200}{3}$  จูล / กิโลกรัม  
 $= 280000$  จูล / กิโลกรัม  
 $= 2.8 \times 10^5$  จูล / กิโลกรัม

นั่นคือ ความร้อนแฝงจำเพาะของน้ำแข็ง เป็น  $2.8 \times 10^5$  จูล / กิโลกรัม

และ ถ้าเราจะหา ความร้อนแฝงของกรกลายเป็นไอน้ำ นั้น

ให้พิจารณา น้ำเดือด มวล 20 g ที่ t = 100°C  $\xrightarrow{\text{กลายเป็น}}$  ไอน้ำ มวล 20 g ที่ t = 100°C

จากสูตร Q = mL  
= 20 L (ค่า L เรายังไม่รู้ เรายังต้องหา)

ถ้าอัตราการรับความร้อนของน้ำเดือด คือรับ Q = 20 L ภายใน 15 นาที = 15 x 60 = 900 วินาที

∴ อัตราการรับความร้อนแฝง ของน้ำเดือด =  $\frac{20L}{900}$  แคลอรี/วินาที

ถ้าอัตราการรับความร้อนของน้ำ (เหลว) = อัตราการรับความร้อนแฝงของน้ำเดือด

$\frac{20 \times 1 \times 100}{3 \times 60} = \frac{20L}{15 \times 60}$

จากสมบัติของการสมมาตร ;  $\frac{L}{15} = \frac{100}{3}$

L =  $\frac{100 \times 15}{3} = 500$

L = 500 แคลอรี/กรัม สังเกตว่า เราได้คำตอบของค่า L = 540 Cal/g. ที่เลข มันไม่ตรงกัน เพราะเราใช้กำหนด - เรือนไข มาอย่างนี้ด้วย เราได้คำตอบที่ผิดไป

= 4,200 x 500 จูล/กิโลกรัม  
โดยที่ 1 กิโลแคลอรี = 4,200 จูล

= 2,100,000 จูล/กิโลกรัม

นั่นคือ ความร้อนแฝงของไอน้ำ เท่ากับ  $2.1 \times 10^6$  จูล/กิโลกรัม

ตอบ

และ รู้หรือไม่ว่า ?

หลายครั้ง เราคิดว่า สูตร Q = mcΔt จะถูกนำมาใช้กับการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิในของเหลว เท่านั้น แต่จริงๆ แล้ว มันไม่ใช่ !

สูตร Q = mcΔt นั้น ถูกใช้กับการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิในทุกสถานะ

เช่น น้ำแข็ง -50°C ได้รับความร้อนจนเกิดอุณหภูมิใหม่ เป็น -4°C

ถ้าอุณหภูมิ 94°C ถูกลด Q จนได้อุณหภูมิใหม่ เป็น 10°C

หรือไอน้ำ 150°C ได้รับความร้อนจนได้อุณหภูมิใหม่ เป็น 185°C

กรณีแรกและสามนี้ ล้วนใช้สูตร Q = mcΔt เพราะทุกกรณี ล้วนมีการเปลี่ยนแปลง temp. จึงเกิด Δt ได้ด้วย

ส่วนสูตร Q = mL นั้น ใช้ในกรณีเปลี่ยนสถานะ แต่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ

เช่น ลี้น้ำแข็งที่ 0°C ได้รับความร้อนจนเปลี่ยนสถานะ เป็น น้ำ (ของเหลว) 0°C

หรือ น้ำ (ของเหลว) 100°C ได้รับความร้อนจนเปลี่ยนสถานะกลายเป็นไอน้ำ 100°C

กรณีที่สองและสี่นี้ ใช้สูตร Q = mL ครับ

จำอย่างๆ ว่า ถ้าเปลี่ยนอุณหภูมิ ไม่เปลี่ยนสถานะ ใช้สูตร Q = mcΔt

ถ้าเปลี่ยนสถานะ แต่ไม่เปลี่ยนอุณหภูมิ ใช้ Q = mL

ไม่ทำ เดจะพิจารณาในสถานะใดครับ ☺

\* Climax อีกตัวหนึ่งของเรื่อง ความร้อนแฝง นั้นคือเรื่อง "อุณหภูมิลบ"

"อุณหภูมิลบ" เกิดเมื่อใด? เกิดเมื่อมีสาร (๑ข้างน้อย) 2 ตัว ที่มีอุณหภูมิต่างกัน มาผสมกันไว้ด้วย

โดยที่ สารที่มีอุณหภูมิต่ำกว่า จะเย็นตัว คายความร้อน ( มีข้อเขียนต่างๆว่า คาย Heat, หรือให้ Heat กำหนดสัญลักษณ์ เงิน Q คาย )

และ สารที่มีอุณหภูมิสูงกว่า จะเย็นตัว ดูดความร้อน ( เขียนง่ายๆว่า รับ Heat, หรือ ดูด Heat กำหนดสัญลักษณ์ เงิน Q ดูด )

แล้ว สารที่ให้ Q กับสารที่รับ Q จะมีผลอย่างไร, หรือหยุดรับ Q เมื่อใด?

คำตอบคือ ก็ต่อเมื่อ อุณหภูมิของสารทั้งสองนี้ เท่ากัน เรียกอุณหภูมินั้นว่า "อุณหภูมิลบ" ใจกัน

ทาง math แล้ว เราก็กำหนดสมการสมดุลพลังงานเป็น  $Q_{รับ} = Q_{คาย}$

ตัวอย่างง่าย ๆ สมมุติเงินการผสมกัน ระหว่างน้ำเย็น กับ น้ำอุ่น นะครับ

- ถ้า  $m_1$  = มวลของน้ำเย็น
- $t_1$  = อุณหภูมิ ของน้ำเย็น
- $m_2$  = มวลของน้ำอุ่น
- $t_2$  = อุณหภูมิของน้ำอุ่น
- $t$  = อุณหภูมิลบ ( โดย  $t_1 < t < t_2$  )

จากกฎการอนุรักษ์พลังงาน ;

พลังงานความร้อนที่รับเข้ามา = พลังงานความร้อนที่ให้ออกไป

หรือ  $Q_{รับ} = Q_{คาย}$

$$m_1 c \Delta t_1 = m_2 c \Delta t_2$$

$$m_1 c (t - t_1) = m_2 c (t_2 - t)$$

\* จุดตกข ที่หนังสือเล่มใดก็ไม่เห็นไว้ หลอกคนอ่านแล้ว ไม้เท้าใจ แต่ก็ไม่รู้จะตามใคร \*

\*\* จุดตกขจุดนี้ ทำให้เขาตั้งสมการผิด สังเกตให้ด้านนอกเปิดไปด้วย เห็นกัน \*

น้อยๆ สังเกตว่า  $\Delta t = t_2 - t_1$

สำหรับ  $Q_{รับ}$  ( ตัวสารอุณหภูมิต่ำ ) อุณหภูมิลบ ช่องมากกว่า อุณหภูมิตั้งต้น นั่นคือ  $t_{ผสม} > t_1$

และ เนื่องจาก  $t_{ผสม} = t_2$

$$\therefore \Delta t = t_2 - t_1 = t_{ผสม} - t_1$$

ซึ่ง มันไปตาม ความสัมพันธ์ ที่ถูกต้อง แล้ว

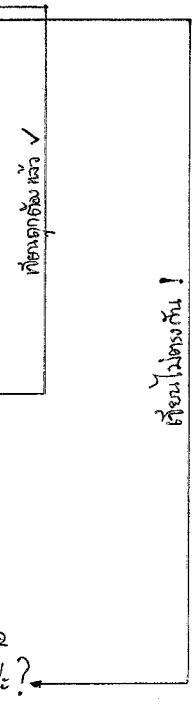
แต่สำหรับ  $Q_{คาย}$  ( ตัวสารอุณหภูมิสูง ) อุณหภูมิลบ ช่องน้อยกว่า อุณหภูมิตั้งต้น

นั่นคือ  $t_{ผสม} < t_2$

และเนื่องจาก  $t_{ผสม} = t_2$

$$\therefore \Delta t \text{ ง่าย } = t_2 - t_{ผสม} = t_2 - t_{ผสม}$$

แต่ทำไม สูตรจริง เขียนว่า  $t_2 - t$  หรือ  $t_2 - t_{ผสม}$  ละ?



คำขอย คือ กรณีคายพลังงาน ( $Q_{คาย}$ ) กรณีคำนวณ  $t_2 - t_1$  จะติดลบเสมอ

เช่น น้ำอุ่น  $80^{\circ}C$  กลายเป็นน้ำ  $20^{\circ}C$

$$t_1 = 80^{\circ}C \text{ และ } t_2 = 20^{\circ}C$$

$$\text{ทำให้ } t_2 - t_1 = 20 - 80 = \textcircled{-60}$$

นั่นคือ กรณี  $t_2 - t_1$  (ของ  $Q_{คาย}$ ) จะติดลบ เสมอ !

แต่ในทางคณิตศาสตร์ ถ้า  $Q_{รับ} = (+)$

แต่  $Q_{คาย} = (-)$

เราจะบอกว่า  $Q_{รับ} = Q_{คาย}$  ไม่ได้ (เพราะ  $(+) = (-)$  ไม่ได้) ในทาง Math

∴ ทริคคือ modify ที่  $Q_{คาย}$  โดยนำ  $(-1)$  ไปคูณเฉพาะตัวนี้ เท่านั้น

$$\text{จะได้ } (-1)Q_{คาย} = [m_2 c (t_{ผสม} - t_2)] \times (-1)$$

ตัว  $(-1)$  จะไปคูณกับพจน์  $(t_{ผสม} - t_2)$

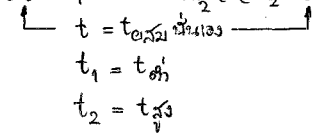
$$= m_2 c \times (-1) [t_{ผสม} - t_2]$$

$$= m_2 c [-t_{ผสม} + t_2]$$

$$\text{แล้วสิ่งที่ตรงข้าม จะได้ } = m_2 c (t_2 - t_{ผสม})$$

นั่นก็คือ  $m_2 c (t_2 - t)$  เมื่อ  $t = t_{ผสม}$  อย่างที่เห็นนี่คือตัวที่ไม่เห็นไว้ด้วย

เราก็ได้สูตรที่สามารถนำไปใช้ได้ว่า  $m_1 c (t - t_1) = m_2 c (t_2 - t)$



นี่จะลอง คำนวณแบบฝึกหัดเหล่านี้ ในทุกคาบเองด้วย

Ex 7 น้ำเย็น อุณหภูมิ  $5^{\circ}C$  มวล  $100$  g นำมาผสมกับ น้ำอุ่น  $80^{\circ}C$  มวล  $300$ g จะมี  $t_{ผสม}$  เท่าใด

วิธีทำ อ่านโจทย์ แล้วตีความ เราจะบอกว่า เป็นกรณีผสมกัน ระหว่าง น้ำ กับ น้ำ ผลลัพธ์คือ (น้ำ)

มีกรณีเปลี่ยนอุณหภูมิ (เกิด  $\Delta t$ ) เท่านั้น ไม่มีกรณีเปลี่ยนสถานะ

ดังนั้น

$$Q_{รับ} = Q_{คาย}$$

$$m_1 c_1 \Delta t_1 = m_2 c_2 \Delta t_2 \quad [ \text{เมื่อเป็น น้ำ เหมือนกัน } \therefore c_1 = c_2 ]$$

$$(100) \cancel{c} (t - 5) = (300) \cancel{c} (80 - t)$$

$$100t - 500 = 24,000 - 300t$$

$$100t + 300t = 24,000 + 500$$

$$400t = 24,500$$

$$t = \frac{24500}{400} = 61.25^{\circ}C$$

∴ อุณหภูมิผสม =  $61.25^{\circ}C$

Note : 1. จะเห็นว่า Math ในโจทย์หาคำศัพท์ ไม่ยากขนาด Math ในวิชาเลข

\* แต่ ถ้าแก้สมการค่าที่  $t$  ไม่เป็น ก็อย่า ฝืน เหมือนกันนะจ๊ะ

\* 2. มวลผสมนี้ ใช้ปริมาตร (หรือ มวล) ทั้งหมด ของสารทั้ง 2 ชนิด



Ex 9 จงหาอุณหภูมิผสม ระหว่าง น้ำแข็ง 20 g  $t = -20^{\circ}\text{C}$  กับน้ำ 200 g  $t = 8^{\circ}\text{C}$   
 กำหนดค่าความจุความร้อนจำเพาะของน้ำแข็ง และน้ำ มีค่า 0.5 และ 1 Cal/g. $^{\circ}\text{C}$  ตามลำดับ  
 และค่า ความร้อนแฝง ของการหลอมเหลว มีค่า 80 Cal/g

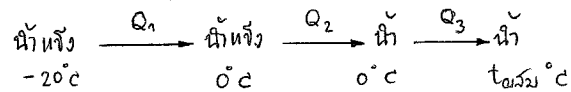
วิธีทำ

สังเกตแต่ปริมาตรกันก่อน ; น้ำแข็ง = 20 g โดยที่น้ำ = 200 g

เราจึงอาจจะเดาได้ว่า น้ำแข็งต้องละลาย และกลายเป็นน้ำ และจะไปผสมกับน้ำ 200 g ที่มี  $t = 8^{\circ}\text{C}$

น้ำแข็ง 20 g ที่มี  $t = -20^{\circ}\text{C}$  จึงเป็นตัวรับมวลงานความร้อน

เขียนเห็น chart ได้ดังนี้ ;



$$\begin{aligned} Q_1 &= mc\Delta t \\ &= (20)(0.5)(0 - (-20)) = 10(20) = 200 \text{ Cal} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q_2 &= mL \\ &= (20)(80) = 1,600 \text{ Cal} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q_3 &= me\Delta t \\ &= (20)(1)(t_{\text{ผสม}} - 0) = 20(t_{\text{ผสม}}) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \therefore Q_{\text{รับ}} &= Q_1 + Q_2 + Q_3 \\ &= 200 + 1,600 + 20t_{\text{ผสม}} \end{aligned}$$

$$Q_{\text{รับ}} = 1,800 + 20t_{\text{ผสม}} \text{ Cal}$$

มาดูฝั่งผู้ให้ Q บ้าง ; น้ำ 200 g ที่มี  $t = 8^{\circ}\text{C}$   $\xrightarrow{Q_4}$  น้ำ 800 g ที่มี  $t_{\text{ผสม}}$

$$\begin{aligned} Q_4 &= mc\Delta t \\ &= (200)(1)(8 - t_{\text{ผสม}}) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{เพื่อ } Q_{\text{รับ}} &= Q_{\text{คาย}} \\ 1,800 + 20t_{\text{ผสม}} &= 200(8 - t_{\text{ผสม}}) = 1,600 - 200t_{\text{ผสม}} \end{aligned}$$

$$20t_{\text{ผสม}} + 200t_{\text{ผสม}} = 1,600 - 1,800$$

$$220t_{\text{ผสม}} = -200$$

$$t_{\text{ผสม}} = \frac{-200}{220} = -0.909^{\circ}\text{C}$$

\* คำถามคือ ตอนแรกเราคาดว่า การผสมจะออกมาในรูปของน้ำ แต่  $t_{\text{ผสม}}$  กลับติดลบ  
 ซึ่งหมายความว่า ผสมกันแล้วเกิดน้ำแข็ง ( $t_{\text{ผสม}} < 0$ )

นั่นคือ มันเช่นนี้ จริงหรือไม?

เมื่อน้ำ มีมวล 200 g ในภาชนะที่ฉนวน มีมวล 20 g จึงไม่หวั่นไหว !

มองอีกมุมหนึ่ง สมมุติให้ การผสม เกิดในภาชนะของน้ำแข็ง

นั่นคือ ภาชนะ Q ; น้ำแข็ง  $\xrightarrow{Q_1}$  น้ำ  $t_{ผสม}^{\circ}C$   
 $-20^{\circ}C$

$$\begin{aligned} Q_1 &= mc\Delta t \\ &= (20)(0.5)(t_{ผสม} - (-20)) \\ &= 10(t_{ผสม} + 20) \quad \text{Cal} \end{aligned}$$

น้ำให้ Q ; น้ำ  $\xrightarrow{Q_2}$  น้ำ  $\xrightarrow{Q_3}$  น้ำแข็ง  $\xrightarrow{Q_4}$  น้ำ  $t_{ผสม}^{\circ}C$   
 $8^{\circ}C$   $0^{\circ}C$   $0^{\circ}C$

$$\begin{aligned} Q_2 &= mc\Delta t \\ &= (200)(1)(0-8) = -1,600 \text{ Cal} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q_3 &= mL \\ &= (200)(80) = -16,000 \text{ Cal} \quad (\text{คิดลบเพราะ น้ำแข็งให้ Q}) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q_4 &= mc\Delta t \\ &= (200)(0.5)(t_{ผสม}-0) = 100t_{ผสม} \end{aligned}$$

$$\text{นั่นคือ } Q_{รวม} = -1,600 - 16,000 + 100t_{ผสม}$$

แล้วเราก็เอา (-) ไปคูณตลอด ;

$$\begin{aligned} \text{จะได้ } Q_{รวม} &= 1,600 + 16,000 - 100t_{ผสม} \\ &= 17,600 - 100t_{ผสม} \end{aligned}$$

$$\text{เมื่อ } Q_{รับ} = Q_{รวม}$$

$$10(t_{ผสม} + 20) = 17,600 - 100t_{ผสม}$$

$$10t_{ผสม} + 200 = 17,600 - 100t_{ผสม}$$

$$(10 + 100)t_{ผสม} = 17,600 - 200 = 17,400$$

$$t_{ผสม} = \frac{17,400}{110} = +158.1818^{\circ}C \quad \text{ซึ่งมันไปไม่ได้ !}$$

ดังนั้น เราจึงสามารถหาได้แบบคร่าวๆ เลยว่า

สาร 2 ชนิดนี้ ผสมกันไม่หมด

และมองข้อเท็จจริงอีกที สูตร  $Q_{รับ} = Q_{รวม}$  นี้

จะสามารถใช้ได้ สำหรับกรณีหมด (ใช้มวลทั้งหมดในการผสม) เท่านั้น

คือสายขนาดรับ ถ้ำน้ำแข็ง มวล 2,000 g ที่  $t = -10^{\circ}\text{C}$

ถูกนำผสมกับ น้ำ 2 g ที่  $t = 20^{\circ}\text{C}$

เปลี่ยนเสมือน น้ำแข็งก่อนแล้วเริ่ม ผสมกับน้ำ 2 หยด (ทั้งยังมีขนาดของมวลต่างกัน =  $\frac{2,000}{2} = 1,000$  เท่า)

กรณีที่ 1: ถ้าเราจะคิดว่า เมื่อผสมแล้ว **ได้น้ำ** \*\*\*

นั่นคือ ภากรับ Q ; น้ำแข็ง  $\xrightarrow{Q_1}$  น้ำแข็ง  $\xrightarrow{Q_2}$  น้ำ  $\xrightarrow{Q_3}$  น้ำ  
 $-10^{\circ}\text{C}$   $0^{\circ}\text{C}$   $0^{\circ}\text{C}$   $t_{\text{ผสม}}$

$$\begin{aligned} Q_1 &= mc\Delta t \\ &= (2000)(0.5)(0 - (-10)) = 10,000 \text{ Cal} \\ &= 10,000 \text{ Cal} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q_2 &= mL \\ &= (2000)(80) \\ &= 160,000 \text{ Cal} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q_3 &= mc\Delta t \\ &= (2,000)(1)(t_{\text{ผสม}} - 0) \\ &= 2,000t_{\text{ผสม}} \text{ Cal} \end{aligned}$$

ภากรับ Q ; น้ำ  $\xrightarrow{Q_4}$  น้ำ  
 $20^{\circ}\text{C}$   $t_{\text{ผสม}}$

$$\begin{aligned} Q_4 &= mc\Delta t \\ &= 2(1)(20 - t_{\text{ผสม}}) \\ &= 40 - 2t_{\text{ผสม}} \text{ Cal} \end{aligned}$$

เมื่อ  $Q_{\text{รับ}} = Q_{\text{คาย}}$

$$\begin{aligned} \therefore 10,000 + 160,000 + 2,000t_{\text{ผสม}} &= 40 - 2t_{\text{ผสม}} \\ (2,000 + 2)t_{\text{ผสม}} &= 40 - 10,000 - 160,000 \\ t_{\text{ผสม}} &= \frac{-169,960}{2,002} = -84.895^{\circ}\text{C} \end{aligned}$$

\*\*\* ซึ่งเกินไปไม่ได้ \*\*\*

กรณีที่ 2: ผสมแล้ว ได้ น้ำแข็ง ; ภากรับ Q ; น้ำแข็ง  $\xrightarrow{Q_1}$  น้ำแข็ง :  $Q_1 = mc\Delta t$   
 $-10^{\circ}\text{C}$   $t_{\text{ผสม}}$   $= (2000)(0.5)(t_{\text{ผสม}} - (-10))$   
 $= 1,000(t_{\text{ผสม}} - 10) \text{ Cal}$

ภากรับ Q ; น้ำ  $\xrightarrow{Q_2}$  น้ำ  $\xrightarrow{Q_3}$  น้ำแข็ง  $\xrightarrow{Q_4}$  น้ำแข็ง  
 $20^{\circ}\text{C}$   $0^{\circ}\text{C}$   $0^{\circ}\text{C}$   $t^{\circ}\text{C}$

$$Q_2 = mc\Delta t = 2(1)(0 - 20) = -40 \text{ Cal}$$

$$Q_3 = mL = 2(80) = -160 \text{ Cal} \rightarrow \text{คาย Q ออกจากตัว}$$

$$Q_4 = mc\Delta t = 2(0.5)(t_{\text{ผสม}} - 0) = +1t_{\text{ผสม}} \text{ Cal}$$

$$\therefore Q_{\text{คาย}} = -40 - 160 + 1t_{\text{ผสม}} = -200 + 1t_{\text{ผสม}} \text{ Cal}$$

แล้วนำ (-1) ไปคูณ  $Q_{\text{คาย}}$  จะได้  $200 - t_{\text{ผสม}} \text{ Cal}$

$$\begin{aligned}
 \text{เมื่อ } Q_{รับ} &= Q_{คาย} \\
 \therefore 1000 (t_{ผสม} - 10) &= 200 - t_{ผสม} \\
 1,000 t_{ผสม} - 10,000 &= 200 - t_{ผสม} \\
 (1,001) t_{ผสม} &= 10,200 \\
 t_{ผสม} &= \frac{10,200}{1001} = 10.18981 \text{ } ^\circ\text{C}
 \end{aligned}$$

ทั้งคู่ ที่เราต้องสมมุติฐานว่า การผสมจะได้ผลลัพธ์เป็นน้ำแข็ง แต่  $t_{ผสม}$  กลับมากกว่า  $0^\circ\text{C}$

นั่นเป็นการยืนยันว่า "ผลลัพธ์ไม่หมด" จริงๆ ครับ

ทีนี้ถามว่า น้ำแข็งก้อนก่อนปะเริ่ม ตั้ง 2 กิโลกรัม จะไปผสมกับน้ำ 2 ขยด โดยที่สารทั้งสอง-  
- ใส่มวลทั้งหมด ได้อย่างไร ?

\* ที่ คำนวณข้างบนไว้ว่า คนออกข้อสอบ เขาต้องห้ามลงไว้แล้วว่า คำตอบคืออะไร

แล้ว โจทย์ที่ เขาถามออกนั้น น่าจะใส่มวลทั้งหมดในการผสม ทุกข้อ

ถ้าข้อไหนไม่ได้ใส่มวล ทั้งหมด เขาต้องพิมพ์ชื่อเอาไว้ให้ชัด หรือให้เขาแก้สมการหา

\* สำหรับกรณีผสมไม่หมด เขาก็บอกว่า ใช้มวลในการผสมจริงๆ เท่านั้น

นักฟิสิกส์ ก็ต้องไปทดลองใน Lab ทดลอง แล้วจึงความสัมพันธ เพื่อสร้าง Governing Equation

(หรือสมการควบคุม) เมื่อ คำนวณหา ผลที่ได้ผสมจริงๆ ก่อนจะใช้สูตร  $Q = mc\Delta t$  หรือ  $Q = mL$

ทั้งหมดข้างบนนี้ คือตัวอย่างการตีความเรื่องความร้อนแฝงในระดับ

ในข้อสอบจริง ถ้าว่าข้อสอบก็มักจะยกานออก กับตัวอย่างเหล่านี้

ซึ่งน้องๆ ต้องไปหาคำตอบเก่า หรือแบบฝึกหัดมาขีดทำให้เยอะ ๆ

แล้ว ทำได้ - ทำไม่ได้ อย่างไร ก็ post บอกกันใน web board ของ [www.thaicadet.org](http://www.thaicadet.org)

หรือ e-mail มาติ-ชมกันได้ที่ [hat3744@hotmail.com](mailto:hat3744@hotmail.com)

หรือโทร 087-561-2511 ครับ

หนังสืออีก 7 เล่มใน 20 วัน เท่านั้น

โปรดติดตามสอบครับ

พี่ศก

8 ส.ค. 53, 9:20:17 LT.

( แก้ไขครั้งที่ 1 : จากการเขียนคีย์แรก 29 ก.ค. 53 ; 15:53:56 LT.)