


**ความร้อนแฝง ; ความร้อนแฝงจำเพาะ**

➔ เรารู้จักมันดีแค่ไหน 

เขียนเรียง : Webmaster (www.thaicadet.org)  
 Contact Us : Call 089-561-2511  
 e-mail : hot3744@hotmail.com

การสอบวิทยาศาสตร์ ด้านคุณนั้น มีเรื่องสำคัญเรื่องหนึ่ง ที่ผมขอฝากทำไม่ได้ " ภาวะมีน้ำแข็ง " ยากตรงไหน ? ก็ตรงพยายามทำความเข้าใจในหน่วยละด้วย ว่ามันคืออะไร แล้วเราจะแก้ปัญหานี้ได้อย่างไร

การเพิ่มมวลงานความร้อนให้กับสารใดๆ เราอาจคิดง่ายๆว่า เมื่อต้องการเปลี่ยนสถานะของสารนั้นๆ { เช่น จาก ของแข็ง → ของเหลว หรือ จาก ของเหลว → ก๊าซ

เช่น ให้มวลงานความร้อน กับน้ำแข็ง เพื่อให้มันน้ำแข็ง เปลี่ยนสถานะ เป็นของเหลว

หรือใช้มวลงานความร้อนกับของเหลว (น้ำ) เพื่อให้มันน้ำ (ของเหลว) เปลี่ยนสถานะ เป็นไอได้

\* ถูกต้องตรงที่ เปรียบอย่างนั้น แต่ไม่น่าเชื่อว่า ที่อุณหภูมิเดียวกัน 2 จุด สารจะมีสถานะที่ต่างกัน  
 ??? เหนียวไปได้อย่างไร } **กฎข้อแรกกัน** : ที่ 0°C จะมีน้ำ ที่มีสถานะเป็นของแข็ง และ น้ำที่มีสถานะเป็นของเหลว การจะทำให้ น้ำ 0°C (ของแข็ง) → น้ำ 0°C (ของเหลว) ต้องใช้มวลงาน เราเรียกมวลงานนี้ว่า " 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 ต้องใช้มวลงาน เราเรียกมวลงานนี้ว่า " ความร้อนแฝงของระเหยเป็นไอ "

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

ซึ่งทั้งสองรูปแบบ ใช้สูตรมาตรฐานเดียวกัน นั่นคือ  $Q = mL$

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

- m = มวลของสาร มีหน่วยเป็น กิโลกรัม
- L = ความร้อนแฝงจำเพาะของสาร มีหน่วยเป็น แคลอรี ต่อกรัม หรือ กิโลแคลอรี ต่อกิโลกรัม หรือ จูลต่อกิโลกรัม

\* จำนะครับ : ความร้อนแฝงจำเพาะของ การหลอมเหลว ของน้ำแข็ง , หรือค่า L , มีค่าประมาณ 80 แคลอรี ต่อกรัม

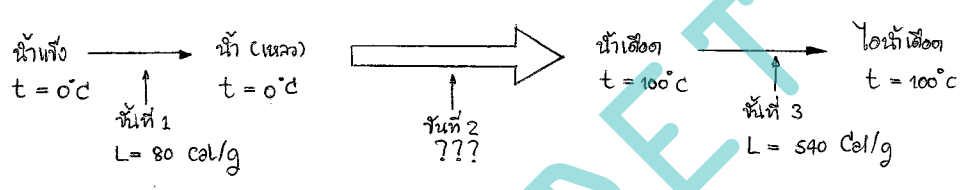
และสำหรับ น้ำ 100°C → ไอที่ 100°C จะมี Q = ความร้อนแฝงของการกลายพันธ์ไอของน้ำเดือด มีหน่วยเป็น แคลอรี

m = มวลของน้ำ (สาร) ที่เปลี่ยนสถานะเป็นไอที่เดือด 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 ให้อู๋ ดังนี้



คำถาม คือ ขั้นที่ 2 คืออะไร ???

ขั้นที่ 2 คือ การเปลี่ยน แปลงอุณหภูมิ ของน้ำ ซึ่งยังเป็นเหลว จาก น้ำ 0°C → น้ำ 100°C ไงครับ

เขาเรียกกระบวนการนี้ว่า การเปลี่ยน แปลงอุณหภูมิ โดยไม่เปลี่ยนแปลงสถานะ (น้ำยังเป็นของเหลวเหมือนเดิม)

โดย สมการความร้อน ที่เกี่ยวข้องกับกรณีนี้คือ Q = mst

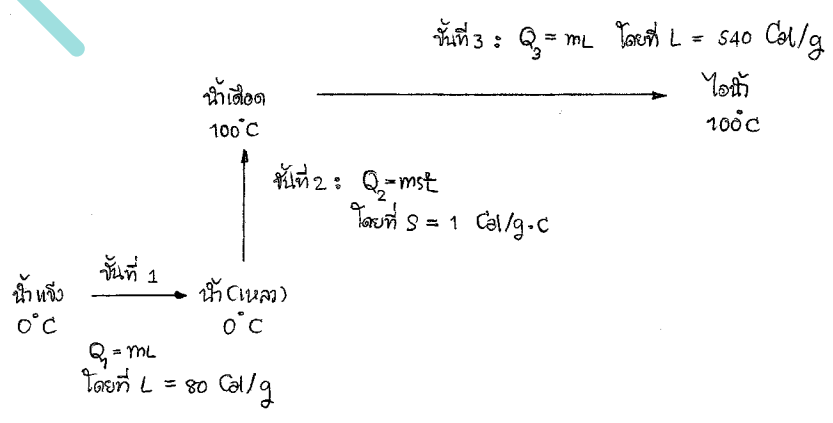
โดยที่ Q = ปริมาณ ความร้อนที่ใช้ในการ เปลี่ยนอุณหภูมิของน้ำ จาก 0°C → 100°C

m = มวลของสาร C หรือของน้ำ (ถ้ามีการเผาไหม้) มีหน่วยเป็น กิโลกรัม

s = ความจุความร้อนจำเพาะของน้ำ เท่ากับ 1 แคลอรี ต่อกรัม ต่อ องศาเซลเซียส

t = อุณหภูมิของน้ำ ที่เริ่มจาก 0°C → 100°C

ดังนั้น รูปแบบ Chart ที่สมบูรณ์แบบ ของการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ ควรดูกับการเปลี่ยนแปลงสถานะ คือ



Note: การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิในขั้นที่ 2 ที่ใช้สูตร Q = mst นั้น

หน่วยสื่อบางเล่มจะใช้สูตร Q = me Δt โดยที่, ตามความหมายนั้น, c = s = ความจุความร้อนจำเพาะของสาร และ t = Δt นั้นเอง

คำถาม คือ ถ้าโพธิ์ไม้คำนวณสารใดๆ ที่ไม่ใช่ไม้จะคิดรับ ?

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

เมื่อถามทำไรที่ชัดเจน ภาตุตัวอย่างต้องไปนี้ครับ

Ex1 ในการทำให้น้ำแข็ง มวล 50 g เปลี่ยนสถานะจนเป็นไอน้ำเดือด 100°C จนหมดนั้น ต้องใช้พลังงานความร้อนเท่าใด

วิธีทำ ขั้นที่ 1 : เปลี่ยนสถานะ น้ำแข็ง 0°C  $\rightarrow$  น้ำ 0°C

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

ขั้นที่ 2 : ไม่เปลี่ยนสถานะ แต่เปลี่ยนอุณหภูมิของน้ำ จาก 0°C  $\rightarrow$  100°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°C  $\rightarrow$  ไอน้ำ 100°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

\* แอ้อ้อสับ ไม่ออกของอย่างนี้ระลอกครับ

ตอบ

Note : สังเกตว่า ถ้าทำน้ำแข็งด้วยความร้อน (เมื่อกระบวนการ) จากอากาศ อากาศจะถูกดูดซับพลังงาน  
 ใต้น้ำในอากาศ เมื่อสูญเสียพลังงาน (เมื่ออยู่ในกระบวนการนี้) ก็จะเปลี่ยนสถานะจากไอน้ำในอากาศ  
 พันน้ำ (ของเหลว) และเกาะอยู่ข้างๆ แก้วน้ำแข็ง นั่นเอง  
 ส่วน การเปลี่ยนอุณหภูมิของน้ำ จาก 0°C  $\rightarrow$  100°C คงต้องอาศัยการต้มครับ ๒  
 เพราะถ้าใช้มือจับข้างแก้ว เกรงว่าชานี้ ยิ่งโง่ยิ่งคงไม่เดือด ๕

Ex2 มอญในแก้วตรงช่วง : ไอน้ำ 1 กรัม ที่ 100°C  $\rightarrow$  น้ำเดือด 1 กรัม ที่ 100°C

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

และ น้ำ 1 กรัม ที่ 0°C  $\rightarrow$  น้ำแข็ง 1 กรัม ที่ 0°C

ต้องคายพลังงานออกมา (ผู้สั่งหอดล้อม)  $= 80 \text{ แคลอรี}$  เห็นกัน ตอบ

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

วิธีทำ น้องๆ ลังเกอร์ น้ำ 5 ลิตร  $t = 30^{\circ}\text{C}$  ต้องทยอยล้างทานออกมา 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?  
ด้าน Q คด (น้ำ 30°C เสีย Q เมื่อ  $t = 0^{\circ}\text{C}$ )  
ด้าน Q เพิ่ม (น้ำแข็ง  $m \text{ g}$  ที่  $0^{\circ}\text{C} \rightarrow$  น้ำ  $m \text{ g}$  ที่  $0^{\circ}\text{C}$ )  
เมื่อ Q คม = Q เพิ่ม  
∴  $mL + mc\Delta t = mc\Delta t$  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 ต้องให้ น้ำแข็ง  $m \text{ g}$  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. ไข้ 3 ชั่วโมง  
จนเหลือน้ำแข็ง กี่กิโลกรัม

วิธีทำ สาเหตุการถ่ายเทความร้อน จากอากาศ สู่น้ำแข็ง 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' on ?

Exs ทำให้น้ำในหนึ่ง ทำให้ขึ้นปริมาตร 200 cm<sup>3</sup> เปลี่ยนอุณหภูมิจาก 30°C → 60°C ภายในเวลา 120 วินาที  
ถ้าทำน้ำในเดียวกันนี้ ทำให้น้ำของเหลว J ปริมาตรเท่ากับน้ำ ที่ความร้อนที่มันมีในแบบเดียวกัน แต่ใช้เวลานาน 60 วินาที  
จงหา ความร้อนจำเพาะของของเหลว J ( กำหนดให้ ρ<sub>J</sub> = 0.8 g/cm<sup>3</sup> )

วิธีทำ

จากสิ่งที่โจทย์ให้ เปรียบเทียบน้ำได้จาก

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

น้ำที่เปลี่ยนอุณหภูมิ จาก 30°C → 60°C จึงต้องรับพลังงานความร้อน Q

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

ถ้า Q = 6,000 แคลอรี ถูกถ่ายเท ภายในเวลา 120 วินาที

$$\therefore \text{ในเวลา } 1 \text{ วินาที } Q \text{ ถูกถ่ายเท } \frac{6,000}{120} = 50 \text{ แคลอรี}$$

แล้วมาพิจารณาของเหลว J ที่รับ Q = 50 แคลอรี/วินาที ในเวลา 60 วินาที

$$\therefore \text{ของเหลว J รับ } Q_J = 50 \times 60 = 3,000 \text{ แคลอรี}$$

หา m<sub>J</sub> จาก ρ<sub>J</sub> =  $\frac{m_J}{V}$  จะได้ m<sub>J</sub> = ρ<sub>J</sub> × V

$$= (0.8) (200) = 160 \text{ g.}$$

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

∴ ความร้อนจำเพาะของของเหลว J = 0.625 Cal/g.°C

ตอบ

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

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

Ex 6 ในกรณีการคำนวณของ 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 คำนวณที่ต่างออกไป  
 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  
 ∴ 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  $= mc\Delta t$ )  
 ∴ น้ำจะได้รับ ความร้อน  $Q_2 = (20)(1) \times (100 - 0)$  แคลอรี  
 ในเวลา 3 นาที = 180 วินาที น้ำได้รับ  $Q_2 = 20 \times 100$  แคลอรี  
 ∴ 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 เราได้ค่า  $L = \frac{200}{3} = 66.67$  Cal/g →  $L = \frac{100 \times 2}{3}$  แคลอรี / กรัม  
 ในกรณีที่ เรารู้ค่า  $L = 80$  Cal/g ที่หัว 2 ค่าไม่ตรงกัน  
 เพราะเงื่อนไขของเวลาที่ใจทึ่งใจ กำหนดนั่นเอง  
 $= \frac{200}{3}$  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  $t = 100^{\circ}C$   $\xrightarrow{\text{กลายเป็น}}$  ไอน้ำ มวล 20 g ที่  $t = 100^{\circ}C$

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

ถ้าอัตราการรับความร้อนของน้ำเดือด คือรับ  $Q = 20L$  ภายใน 15 นาที  $= 15 \times 60 = 900$  วินาที

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

ถ้าอัตราการรับความร้อนของน้ำ (เหลว) = อัตราการรับความร้อนแฝงของน้ำเดือด

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

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

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

$L = 500$  แคลอรี/กรัม

$= 500$  กิโลแคลอรี/กิโลกรัม

$= 4,200 \times 500$  จูล/กิโลกรัม

โดยที่ 1 กิโลแคลอรี = 4,200 จูล

$= 2,100,000$  จูล/กิโลกรัม

สังเกตว่า เราได้คำตอบของค่า  $L = 540$  Cal/g. ที่เลข มันไม่ตรงกัน เพราะเราใช้กำหนด - เรือนไข ของช่างไม้ด้วย เราได้แก่สมการความจำเพาะไป

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

ตอบ

และ รู้หรือไม่ว่า ?

หลายครั้ง เราคิดว่า สูตร  $Q = mc\Delta t$  จะถูกนำมาใช้กับการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิในของเหลว เท่านั้น แต่จริงๆ แล้ว มันไม่ใช่ !

สูตร  $Q = mc\Delta t$  นั้น ถูกใช้กับการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิในทุกสถานะ

เช่น น้ำแข็ง  $-50^{\circ}C$  ได้รับความร้อน  $Q$  จนเกิดอุณหภูมิใหม่ เป็น  $-4^{\circ}C$

ถ้าอุณหภูมิ  $94^{\circ}C$  ถูกลด  $Q$  จนได้อุณหภูมิใหม่ เป็น  $10^{\circ}C$

หรือไอน้ำ  $150^{\circ}C$  ได้รับความร้อน  $Q$  จนได้อุณหภูมิใหม่ เป็น  $185^{\circ}C$

กรณีแรกและสามนี้ ล้วนใช้สูตร  $Q = mc\Delta t$  เพราะทุกกรณี ล้วนการเปลี่ยนแปลง temp. จึงเกิด  $\Delta t$  ไปด้วย

ส่วนสูตร  $Q = mL$  นั้น ใช้ในกรณีเปลี่ยนสถานะ แต่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ

เช่น ลี้น้ำแข็งที่  $0^{\circ}C$  ได้รับความร้อน  $Q$  จึงเปลี่ยนสถานะ เป็น น้ำ (ของเหลว)  $0^{\circ}C$

หรือ น้ำ (ของเหลว)  $100^{\circ}C$  ได้รับความร้อน  $Q$  จึงเปลี่ยนสถานะกลายเป็นไอน้ำ  $100^{\circ}C$

กรณีที่สองและสามนี้ ใช้สูตร  $Q = mL$  ครับ

จำอย่างๆ ว่า ถ้าเปลี่ยนอุณหภูมิ ไม่เปลี่ยนสถานะ ใช้สูตร  $Q = mc\Delta t$

ถ้าเปลี่ยนสถานะ แต่ไม่เปลี่ยนอุณหภูมิ ใช้  $Q = mL$

ไม่ว่า จะพิจารณาในสถานะใดครับ ☺

\* Climax อีกตัวหนึ่งของเรื่อง ความร้อนแฝง นั้นคือเรื่อง "อุณหภูมิมวล" \*

"อุณหภูมิมวล" เกิดเมื่อใด? เกิดเมื่อมีสาร (อย่างน้อย) 2 ตัว ที่มีอุณหภูมิไม่เท่ากัน ภายสลับกันไปด้วย

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

และ สารที่มีอุณหภูมิน้อยกว่า 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 "อุณหภูมิมวล" ใจกัน  
ทาง math แล้ว เราก็กำหนดสมการสมดุลพลังงานเป็น  $Q_{รับ} = Q_{คาย}$

ตัวอย่างง่ายๆ สมมุติทั้งการผสมกัน ระหว่างน้ำเย็น กับ น้ำอุ่น นะครับ

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

จากกฎการอนุรักษ์พลังงาน ;

พลังงานความร้อนที่รับเข้ามา = พลังงานความร้อนที่ให้ออกไป

หรือ  $Q_{รับ} = Q_{คาย}$

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

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

\* จุดตาย ที่หนังสือเล่มใดก็ไม่เขียนไว้ หลอกคนอ่านแล้ว ไขว้เท้าใจ แต่ก็ไม่รู้จะตามใคร \*

\*\* จุดตายจุดนี้ ทำให้เขาตั้งสมการผิด ส่งผลให้คำนวณผิดไปด้วย เช่นกัน \*

น้อยๆ สังเกตว่า  $\Delta t = t_2 - t_1$

สำหรับ  $Q_{รับ}$  ( ตัวสารอุณหภูมิต่ำ ) อุณหภูมิมวล 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

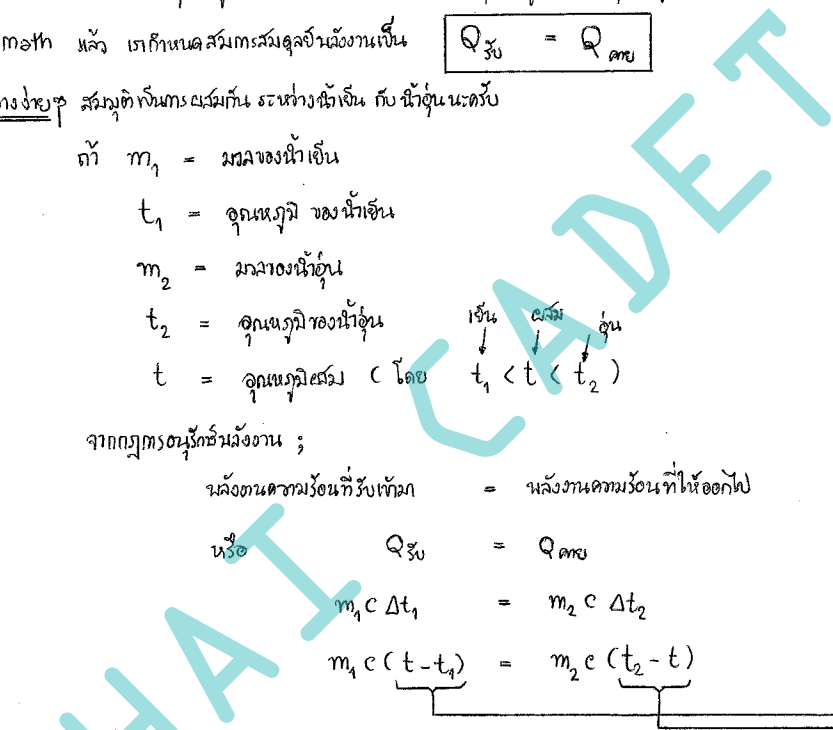
แต่สำหรับ  $Q_{คาย}$  ( ตัวสารอุณหภูมิสูง ) อุณหภูมิมวล ช่องน้อยกว่า อุณหภูมิตั้งต้น

นั่นคือ  $t_{ผสม} < t_2$

และเนื่องจาก  $t_{ผสม} = t_2$

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

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





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

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

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

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

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 modifiy ที่  $Q_{คาย}$  โดยนำ  $(-1)$  ไปคูณเฉพาะตัวนี้ เท่านั้น

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

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

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

$$= m_2 c [-t_{ผสม} + t_2]$$

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

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

เราก็ได้สูตรที่สามารถนำไปใช้ได้ว่า

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

$t = t_{ผสม}$  นั่นเอง

$$t_1 = t_{ต่ำ}$$

$$t_2 = t_{สูง}$$

นี่จะลอง คำนวณแบบฝึกหัดเหล่านี้ในทุกวันเอาดู

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

วิธีทำ อ่านโจทย์ แล้วตีความ เราจะบอกว่า ปริมาณความร้อน ระหว่าง น้ำ กับ น้ำ เย็นสลับคือ (นี้)

มีกรณีเปลี่ยนอุณหภูมิ (เกิด  $\Delta t$ ) เท่านั้น ไม่มีกรณีเปลี่ยนสถานะ

ดังนั้น

$$Q_{รับ} = Q_{คาย}$$

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

$$(100) c (t - 5) = (300) c (80 - t)$$

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

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

$$400t = 24,500$$

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

$$\therefore \text{อุณหภูมิผสม} = 61.25^\circ\text{C}$$

- Note :
- จะเห็นว่า Math ในวิชาฟิสิกส์ ไม่ยากขนาด Math ในวิชาเลข  
\* แต่ ถ้าแก้สมการค่า  $t$  ไม่เป็น ก็ดู  $\Delta$  เหมือนกันนั่นแหละ
  - มวลผสมนี้ ใช้ปริมาตร (หรือ มวล) ทั้งหมด ของสารทั้ง 2 ชนิด

Ex 8 จงหาอุณหภูมิผสม ระหว่างน้ำแข็ง ๕๐ g ที่ 0°C กับน้ำ 200 g ที่ 80°C

กำหนด ความจุความร้อนจำเพาะของน้ำ = 1 Cal/(g.°C) และความร้อนแฝงของการกลั่นตัวของน้ำ มีค่า 80 cal/g

วิธีทำ

จากโจทย์ สังเกตว่า มวลน้ำแข็ง < มวลน้ำ

∴ เมื่อมีการผสมเกิดขึ้น น้ำแข็งจะละลายกลายเป็นน้ำเย็น แล้วน้ำเย็น จะไปผสมกับน้ำอุ่น อีกครั้งหนึ่ง

นั่นคือ น้ำแข็ง จะเย็น Q<sub>รับ</sub>

และ น้ำอุ่น จะเย็น Q<sub>คาย</sub>

พิจารณาด้าน Q<sub>รับ</sub> :

น้ำแข็ง	รับ Q <sub>1</sub>	น้ำ	รับ Q <sub>2</sub>	น้ำ
0°C	→	0°C	→	t°C

$$Q_1 = mL \text{ (เพราะไม่มีมวลเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ)}$$

$$= (50)(80) = 4,000 \text{ Cal}$$

$$Q_2 = mc \Delta t$$

$$= (50)(1)(t_{\text{ผสม}} - 0)$$

$$= 50(t_{\text{ผสม}})$$

พิจารณาด้าน Q<sub>คาย</sub> (หรือ Q<sub>คาย</sub>) :

น้ำ	คาย Q <sub>3</sub>	น้ำ
80°C	→	t°C

$$Q_3 = mc \Delta t$$

$$= (200)(1)(80 - t_{\text{ผสม}})$$

เมื่อ Q<sub>รับ</sub> = Q<sub>คาย</sub>

$$\therefore 4,000 + 50t_{\text{ผสม}} = 200(80 - t_{\text{ผสม}})$$

$$4,000 + 50t_{\text{ผสม}} = 16,000 - 200t_{\text{ผสม}}$$

$$50t_{\text{ผสม}} + 200t_{\text{ผสม}} = 16,000 - 4,000 = 12,000$$

$$250t_{\text{ผสม}} = 12,000$$

$$\therefore t_{\text{ผสม}} = \frac{12,000}{250} = 48^\circ\text{C}$$

∴ ได้อุณหภูมิผสม = 48°C

Note :

1. แก้อสมการไม่ขึ้น กับค่า t ไม่ได้ในระดับนี้ออๆ ต้องไปหาคัดนักสมการมา

\* 2. สังเกตว่า t<sub>ผสม</sub> = 48°C

ซึ่ง สห (น้ำ) = 48°C ซึ่งเป็นของเหลวอยู่

การผสมน้ำนี้ น้ำแข็งจะละลายเป็นน้ำ ใสหมด และน้ำเย็นก็ได้ ถูกผสมกับน้ำอุ่นที่อุณหภูมิ \*

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

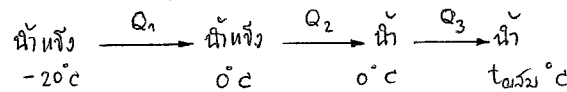
วิธีทำ

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 ;



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

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

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

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

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

มาตั้งอยู่ที่  $Q_{\text{รับ}}$  ; น้ำ 200 g ที่มี  $t = 8^{\circ}\text{C}$   $\xrightarrow{Q_4}$  น้ำ 200 g ที่มี  $t_{\text{ผสม}}$

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

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

$$1,800 + 20t_{\text{ผสม}} = 200(8 - t_{\text{ผสม}}) = 1,600 - 200t_{\text{ผสม}}$$

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

$$220t_{\text{ผสม}} = -200$$

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

\* คำถามคือ ตอนแรกเราคาดว่า การผสมจะออกมาในรูปของน้ำ แต่  $t_{\text{ผสม}}$  กลับติดลบ

ซึ่งหมายความว่า ผสมกันแล้วเกิดน้ำแข็ง ( $t_{\text{ผสม}} < 0$ )

นั่นคือ มันเช่นนี้ จริงหรือไม?

เมื่อน้ำ มีมวล 200 g ในภาชนะที่น้ำแข็ง มีมวล 20 g จึงไม่ห่อแข็งไปได้ !

มองอีกมุมหนึ่ง สมมุติให้ การผสม เกิดในภาชนะของน้ำแข็ง

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

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

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

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

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

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

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

แล้วเราก็เอา (-1) ไปคูณตลอด ;

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

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

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

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

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

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

ดังนั้น เราจึงสามารถบอกได้แบบคร่าวๆ เลยว่า

สาร 2 ชนิดนี้ ผสมกันไม่หมด

และเมื่อบอกเท็จจริงอีกว่า สูตร  $Q_{\text{รับ}} = Q_{\text{กบ}}$  นี้

จะสามารถใช้ได้ สำหรับกรณีผสม (ใช้มวลทั้งหมดในการผสม) เท่านั้น

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

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

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

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

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

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

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

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

หากทย 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 ; หากรับ Q ; น้ำแข็ง  $-10^{\circ}\text{C}$  :  $Q_1 = mc\Delta t$   
 $= (2000)(0.5)(t_{\text{ผสม}} - (-10))$   
 $= 1,000(t_{\text{ผสม}} - 10) \text{ Cal}$

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

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

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

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

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

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

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

ทั้งๆ ที่เราต้องผสมมั่วๆกันแล้ว การผสมจะได้ผลลัพธ์เงินน้ำแข็ง แต่  $t_{ผสม}$  กลับมากกว่า  $0^\circ\text{C}$

นั่นเป็นการยืนยันว่า "ผสมไม่หมด" จริงๆ ครับ

ทีนี้แหละ น้ำแข็งเงินก้อนปัดเริ่ม ตั้ง 2 กิโลกรัม จะไปผสมกับน้ำ 2 ขยด โดยที่สารทั้งสอง-  
-ให้มวลทั้งหมด ได้อย่างไร ?

- \* ที่ ค่อนข้างแน่ใจว่า คนออกข้อสอบ เขาต้องห้ามสองไว้แล้วว่า คำตอบคืออะไร  
แล้ว โจทย์ที่ เขาถามออกนั้น น่าจะให้มวลทั้งหมดในการผสม ทุกข้อ  
ถ้าข้อไหนไม่ได้ให้มวล ทั้งหมด เขาต้องพิมพ์เตือนเอาไว้ให้เขารู้ หรือให้เขาแก้สมการหา
- \* สำหรับกรณีผสมไม่หมด เขาก็บอกว่า ใช้มวลในการผสมจริงๆ เทำได  
นักฟิสิกส์ ก็ต้องไปทดลองใน Lab ทดลอง แล้วจึงความล้มเหลว เพื่อสร้าง Governing Equation  
(หรือสมการควบคุม) เพื่อ กำหนดค่า ผลที่ได้ผสมจริงๆ ก่อนจะใช้สูตร  $Q = mc\Delta t$  หรือ  $Q = mL$

ทั้งหมดขงทั้งข่งนี้ คือตัวอย่างการคำนวณเรื่องความร้อนแฝงในระดับ

ในข้อสอบจริง ถ้าว่าข้อสอบก็มักจะยากนอกๆ กับข้อข่งเหล่านี้

ข่งนี้ข่งๆ ต้องไปหาคำอธิบายแก้ หรือแบบฝึกหัดมาหัดทำให้เยอะๆ

แล้ว ทำได้ - ทำไม่ได้ อย่งไร ก็ post บอกกันบน web board ของ [www.theoednet.org](http://www.theoednet.org)

หรือ e-mail มาติ-ชมกันได้ที่ [hot3744@hotmail.com](mailto:hot3744@hotmail.com)

หรือโทร 087-561-2511 ครับ

หนังสืออีก 7 เล่มใน 20 วัน หน่อย

โอดีในการสอบครับ

ผีพูด

8 ส.ค. 53, 9:20:17 LT.

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