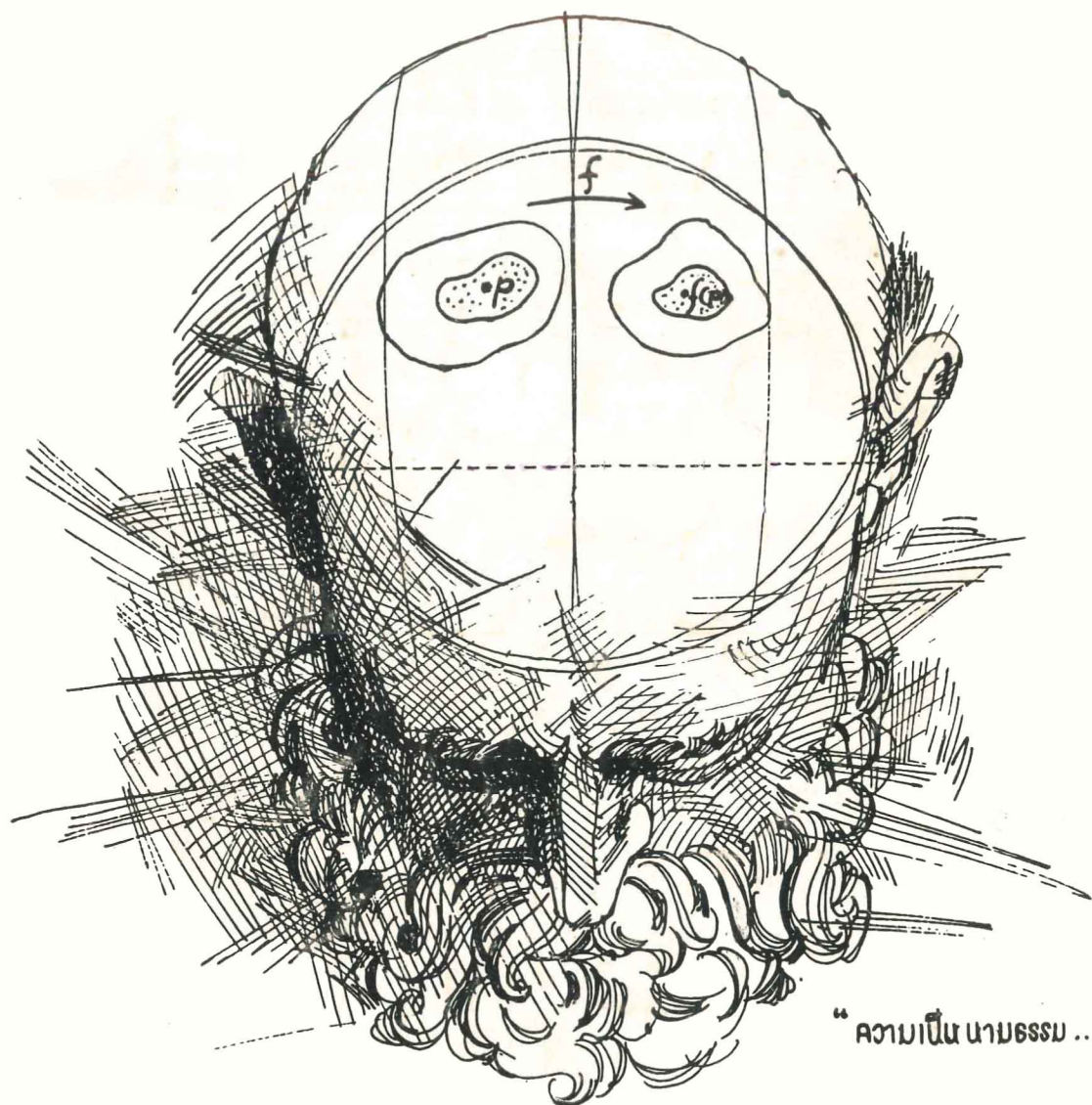




วิทยาศาสตร์ มน.

SCIENCE - ARTS K K U JOURNAL



“ความเป็นนามธรรม”

ปีที่ 4

VOLUME 4

ฉบับที่ 2

NUMBER 2

กรกฎาคม - ธันวาคม

JULY - DECEMBER

2519

1976

วิทยาสาร มข.

วัตถุประสงค์

1. เพื่อส่งเสริมและเผยแพร่วิชาการทางวิทยาศาสตร์ สาขาฟิสิกส์ เคมี ชีววิทยา คณิตศาสตร์ ธรณีวิทยา ภาษาศาสตร์ บรรณารักษศาสตร์ และสาขาวิชาอื่นที่เกี่ยวข้อง
2. เพื่อเผยแพร่ผลงานด้านวิจัย และวิชาการ ของอาจารย์ นักศึกษา และ วิชาการอื่น ๆ
3. เพื่อเป็นสื่อแลกเปลี่ยนความรู้ระหว่างสถาบันต่าง ๆ

เจ้าของ

คณะวิทยาศาสตร์ – อักษรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

ที่ปรึกษา

คณบดีคณะวิทยาศาสตร์ – อักษรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

กองบรรณาธิการ

วิทยา	หนูนภักดี
อรุณี	แสงอรียวนิช
มยุรี	ตรีชัยศรี
ปริญญา	ธีรมงคล
สุพล	บริพันธ์

บรรณาธิการ

ไฉนพร บัวน้ำอ้อม

ฝ่ายศิลป์และภาพ

เฉลิม คิตชัย

ฝ่ายจัดการ

ณัฐรา น้อยงาม แก้วก่า

ระเบียบการ

กำหนดออกปีละ 2 ฉบับ

สารบัญ

CONTENTS

	หน้า
ความเป็นนามธรรมในคณิตศาสตร์	สุชาติ จันทรทิพย์ 1
Abstractness in Mathematics	Suchat Chantip
อุณหภูมิสมบูรณ์	กิตต์ วิสุทธีวิเศษ 8
Absolute Temperature	Kitt Visoottiviseth
อยากกิน.....ทำไมจึงอยากกิน?	ปริญญา ธีรมงคล 18
Synthetic Dyes	Parinya Theramongkol
การศึกษาวิชาบรรณารักษศาสตร์ในประเทศไทย	เฉลียว พันธุ์สตา 25
Education of Librarianship in Turkey	Chaleo Pansida
กฎของโบท	พหล จิตติยศรา 29
Bode's Law	Pahol Jittiyasara
สารประกอบสกัดจากพันธุ์ไม้ตระกูล	สมพงศ์ จันทรโพธิ์ศรี 33
Euphorbiaceae สามารถรักษามะเร็งได้	
Antileukemic Principles Isolated from	Sompong Janposi
Euphorbiaceae Plants	
ความหมายของคำ Approach, Method และ	วันทนีย์ ปกรโณดม 37
Technique กับการสอนภาษา	
Approach, Method, Technique and	Wantanee Pakaranodom
Language Teaching	
อุตสาหกรรมที่เกษตรกรไทยต้องการ	วีระพงษ์ โพธิ์เมือง 40
Agricultural products for Industries	Verapong Poimaung
มนุษย์ต่างดาว	ขาว เหมือนวงศ์ 44
Man from the Outer Space	Khao Muanwong
ผลึกเหลว กับ “สถานะ” ของสารในอนาคต	ไฉนพร บัวน้ำอ้อม 50
Liquid Crystals and Future “Phases”	Chanaiporn Buannam-om
การใช้เกมส์ในการสอนอ่านภาษาอังกฤษ	เพ็ญณี ดิสกะประกาย 59
for Teaching Reading	Penny Diskaparakai

บรรณาธิการแถลง

ปีที่ 4 แห่งการออกวารสาร วิทยาลัย มข. กำลังจะครบในฉบับนี้ ทางกอง

บรรณาธิการ พยายามที่จะให้หนังสือนี้เป็นสื่อกลาง เผยแพร่ความรู้สาขาต่างๆ ในคณะวิทยาศาสตร์-อักษรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ให้มากที่สุด โดยท่านจะสังเกตเห็นว่า เรามีบทความที่น่าสนใจจากแทบทุกสาขา ทั้งทางด้านอักษรศาสตร์ และทางด้านวิทยาศาสตร์

ตามวัตถุประสงค์ ของการออกวารสารนี้ ท่านคงจะเห็นได้ว่า ท่านจะมีโอกาสได้อ่านบทความต่าง ๆ ตั้งแต่หนักไปจนกระทั่งถึงเบา ๆ เรื่องที่เห็นว่าหนักก็คือเรื่องที่เจาะจง และลึกซึ้งไปทางสาขาใดสาขาหนึ่งโดยเฉพาะ เรื่องเบาๆ ก็คือเรื่องที่น่าสนใจในส่วนที่ผู้เขียนนึกมาเขียนเรื่องราวให้เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน ให้ผู้อ่านได้ตระหนักถึงประโยชน์และโทษของสิ่งที่ตนเองใช้อยู่

เราเห็นว่าการเผยแพร่ความรู้ในลักษณะที่เอาผลวิจัยจริง ๆ มาตีพิมพ์เพียงอย่างเดียว นอกจากจะมีปัญหาขาดแคลนเรื่องจะตีพิมพ์แล้ว เรายังเป็นห่วงเรื่องการกระตุ้นความสนใจ เราคงจะยอมรับกันว่า นักวิชาการนั้นมอย่มากพอ แต่นักวิชาการที่เป็นนักเขียน หรือพยายามเขียนนั้นยังไม่พอเพียงเลย อย่างไรก็ตาม เราจะพยายามกระตุ้นให้ คณาจารย์ หรือนักวิชาการภายในคณะฯ หรือผู้สนใจ เขียนบทความที่อยู่ในขอบเขตของวัตถุประสงค์ เผยแพร่ส่วนที่ตัวเองรู้และเข้าใจให้คนอื่นได้ทราบตาม ให้ได้มากที่สุด....

แม้ภาระ	หน้าที่	จะมีมาก
แม้ลำบาก	อย่างไร	จะไม่เฉย
จะร่วมสร้าง	สิ่งใหม่ใหม่	ไม่ละเลย
เพื่อจะเผย	วิชาการ	ด้านสำคัญ.

ไพจิตร บวนาออม

28 ธันวาคม 2519

ความเป็นนามธรรมในคณิตศาสตร์

Abstractness in Mathematics

สุชาติ จันทรทิพย์*

บทคัดย่อ

จำนวนจริงได้ถูกแยกแยะให้เห็นว่ามีคุณสมบัติแห่งความเป็นนามธรรม และการเข้าไปเกี่ยวเนื่องกับคณิตศาสตร์แขนงอื่นของความเป็นนามธรรมของคณิตศาสตร์ได้ถูกชี้ให้เห็น.

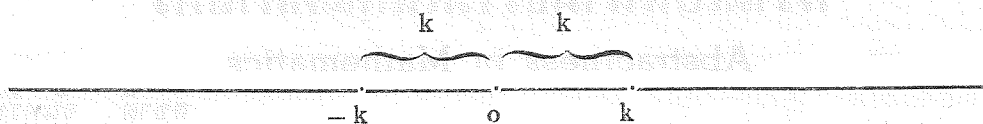
เรามักจะได้ยินคนที่เรียนคณิตศาสตร์พูดว่า วิชาทางคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่เข้าใจได้ยาก เพราะมันเป็นนามธรรม บทความต่อไปนี้จะได้พิจารณาถึงว่า ความเป็นนามธรรมในคณิตศาสตร์นั้นเป็นอย่างไร มีต้นตอมาจากไหน และอยู่ในคณิตศาสตร์แขนงใดบ้าง

เป็นที่แน่นอนว่า ความเป็นนามธรรมคือความไม่มีตัวตน เราอาจจะคิดว่าพลังงานก็เป็นนามธรรม เพราะพลังงานเป็นสิ่งที่ไม่มีตัวตน แต่เนื่องด้วยพลังงานเป็นสิ่งที่เราสามารถสัมผัสได้ด้วยประสาทของเรา เช่น พลังงานแสงสัมผัสได้ด้วยประสาทตา พลังงานความร้อนสัมผัสได้ด้วยประสาทตามผิวหนัง เป็นต้น เมื่อสัมผัสพลังงานได้ด้วยประสาท จึงเป็นการไม่ยากที่จะศึกษาให้เข้าใจถึงความเป็นไปของมันได้ โดยใช้การทดลองเข้าช่วย ฉะนั้นเราจึงสรุปว่า พลังงานไม่ใช่สิ่งที่เป็นนามธรรม เพื่อให้เป็นที่แน่นอนว่าความเป็นนามธรรมในคณิตศาสตร์ หมายความว่าอย่างไร ผู้เขียนจึงให้นิยามไว้ดังนี้ “นามธรรม (ในคณิตศาสตร์) หมายถึงสิ่งที่เรารู้จักมันแต่ในนาม เราไม่อาจจะสัมผัสได้ด้วยประสาทใดๆ ทั้งสิ้น นอกจากความเข้าใจด้วยสมอง”

ตามความเห็นของผู้เขียน ต้นตอของความเป็นนามธรรมทางคณิตศาสตร์มาจากจำนวนจริง เฉพาะตัวของจำนวนจริงนั้นก็เป็นนามธรรม ดังเราจะเห็นได้ต่อไปในวิธีการหนึ่ง

* ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุชาติ จันทรทิพย์, วท.บ. (คณิตศาสตร์), M.S. (Math) Ph.D. (Math), หัวหน้าภาควิชาคณิตศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

ที่เราสามารถแทนจำนวนจริงออกมาเป็นรูปร่างก็คือ ให้จุดแต่ละจุดบนเส้นตรง แทนจำนวนจริง



แต่ละจำนวน เรากำหนดให้จุดใดหนึ่งบนเส้นตรงเป็นจุด 0 ซึ่งเป็นจำนวนจริงจำนวนหนึ่ง สำหรับจำนวนจริงบวก k ให้เป็นจุดที่อยู่ห่างจากจุด 0 ไปทางขวาเป็นระยะ k หน่วย ส่วนจำนวนจริง $-k$ ก็เป็นจุดที่อยู่ทางซ้ายจุด 0 เป็นระยะ k หน่วย โดยวิธีนี้ เซ็ทของจำนวนจริงก็จะแทนได้ด้วยเส้นตรงเส้นหนึ่ง โดยแต่ละจุดบนเส้นตรงมีความสัมพันธ์หนึ่งต่อหนึ่งกับจำนวนจริงแต่ละจำนวน เราจะเรียกเส้นตรงที่ใช้แทนจำนวนจริงนี้ว่า **เส้นจำนวนจริง** เป็นที่ทราบกันดีแล้วที่เราแบ่งจำนวนจริงออกได้เป็นสองพวกใหญ่ๆ คือ พวกที่เขียนเป็นเศษส่วนได้เรียกว่า **จำนวนตรรกยะ** เช่น $1/2, 1/4, 5/7, 1, 2, -1, -2$ เป็นต้น จำนวนเต็มเป็นตรรกยะ เพราะเขียนเป็นเศษส่วนได้ เช่น $1/1 = 1, -2 = 2/1, 5 = 5/1$ อีกพวกหนึ่งของจำนวนจริงเรียกว่า **จำนวนอตรรกยะ** เป็นจำนวนที่เขียนเป็นเศษส่วนไม่ได้ เช่น $\sqrt{2}, \sqrt[3]{2}, \sqrt{3}, \pi, e$ เป็นต้น ในเมื่อเซ็ทของจำนวนจริงทั้งหมดเขียนแทนได้ด้วยเส้นตรง ดังนั้นจำนวนทั้งสองประเภทคือ ตรรกยะและอตรรกยะ ก็จะเขียนแทนได้ด้วยจุดบนเส้นตรงเส้นเดียวกัน เราจะมาพิจารณาว่าจุดที่แทนจำนวนทั้งสองประเภทนั้นจัดเรียงกันอยู่อย่างไร ในการนี้จะอธิบายในรูปของทฤษฎี

ต่อไปเราจะให้ R แทนเซ็ทของจำนวนจริง Q แทนเซ็ทของจำนวนตรรกยะ P แทนเซ็ทของจำนวนอตรรกยะ I แทนเซ็ทของจำนวนเต็ม N แทนเซ็ทของจำนวนเต็มบวกและ ϵ แทนคำว่า “อยู่ใน”

ทฤษฎีที่ 1 (คุณสมบัติแห่งอาร์คิมิดีส) : ถ้า $a, b \in R$ และ $b > a$ แล้วจะมี $n \in N$ ชนิดที่ $nb > a$

ข้อความในทฤษฎีที่ 1 นี้ ก่อนข้างเป็นสิ่งที่เห็นจริงแล้ว อาร์คิมิดีสได้ใช้คุณสมบัติอันนี้ในงานของเขา แต่การพิสูจน์ได้มีขึ้นในสมัยที่นักคณิตศาสตร์ได้รู้จักเรื่องของเซ็ทแล้ว ทฤษฎีที่ 2 ที่จะกล่าวถึงต่อไปจะเป็นทฤษฎีที่ขยายทฤษฎีที่ 1 การพิสูจน์ทฤษฎีที่ 2 นี้ ผู้เขียนได้อาศัยเค้าโครงของการพิสูจน์ ทฤษฎีที่ 1 เป็นแนวทาง

ทฤษฎีที่ 2 : ถ้า $a, b \in \mathbb{R}$ และ $b \neq 0$ แล้วจะมี $m \in \mathbb{I}$ ชนิดที่ $mb > a$

พิสูจน์ : สมมติว่าทฤษฎีไม่จริง คือ ไม่มี $m \in \mathbb{I}$ ชนิดที่ $mb > a$ ดังนั้น $mb \leq a$ ทุกๆ $m \in \mathbb{I}$ ให้ $S = \{x \mid x = mb, m \in \mathbb{I}\}$ เราได้ว่าเซต S มี a เป็น**ขอบบน** ให้ 1 เป็น**ขอบบน** ที่เล็กที่สุดของ S ดังนั้น $mb \leq 1$ ทุกๆ $m \in \mathbb{I}$

กรณีที่ 1 $b > 0$ ให้ $n = m - 1$ เราได้ $m = n + 1$ และ $(n + 1)b \leq 1$ ทุกๆ $n \in \mathbb{I}$ หรือ $nb \leq 1 - b$ ทุกๆ $n \in \mathbb{I}$ ซึ่งแสดงว่า $1 - b$ เป็น**ขอบบน** ของ S แต่ $1 - b < 1$ ดังนั้น**ขอบบน** ที่เล็กที่สุดของ S เกิดการขัดแย้งขึ้น

กรณีที่ 2 $b < 0$ ให้ $n = m + 1$ ซึ่งเราได้ $m = n - 1$ และ $(n - 1)b \leq 1$ ทุกๆ $n \in \mathbb{I}$ หรือ $nb \leq 1 + b$ ทุกๆ $n \in \mathbb{I}$ ซึ่งแสดงว่า $1 + b$ เป็น**ขอบบน** ของ S แต่ $1 + b < 1$ ดังนั้น 1 ไม่ใช่**ขอบบน** ที่เล็กที่สุดของ S เกิดการขัดแย้งขึ้น

จากทั้งสองกรณีเราเห็นว่า การที่เราสมมติว่าทฤษฎีไม่จริงนั้นไม่ถูกต้อง ดังนั้นทฤษฎีเป็นจริง.

ช. ต. พ.

ทฤษฎีที่ 3 : ระหว่างจำนวนจริง 2 จำนวนใดๆ จะมีจำนวนตรรกยะอยู่เสมอ.

พิสูจน์ : ให้ $a, b \in \mathbb{R}$ และ $a < b$ เราจะแสดงว่ามี $q \in \mathbb{Q}$ ชนิดที่ $a < q < b$ เนื่องจาก $1, b - a \in \mathbb{R}$ และ $b - a > 0$ โดยทฤษฎีที่ 1 จะมี $n \in \mathbb{N}$ ชนิดที่

$$(1) \quad n(b - a) > 1$$

เนื่องจาก $na, 1 \in \mathbb{R}$ โดยทฤษฎีที่ 2 จะมี $m \in \mathbb{I}$ ชนิดที่ $m1 = m > na$ ให้ m_0 เป็น m ที่เล็กที่สุดที่ทำให้

$$(2) \quad m_0 > na$$

ซึ่งทำให้เราได้ว่า $m_0 - 1 \leq na$ แล้วได้ $m_0 \leq na + 1 < na + n(b - a)$ ทั้งนี้ โดยการใช้สมการ (1) ดังนั้นเราได้

$$(3) \quad m_0 < nb$$

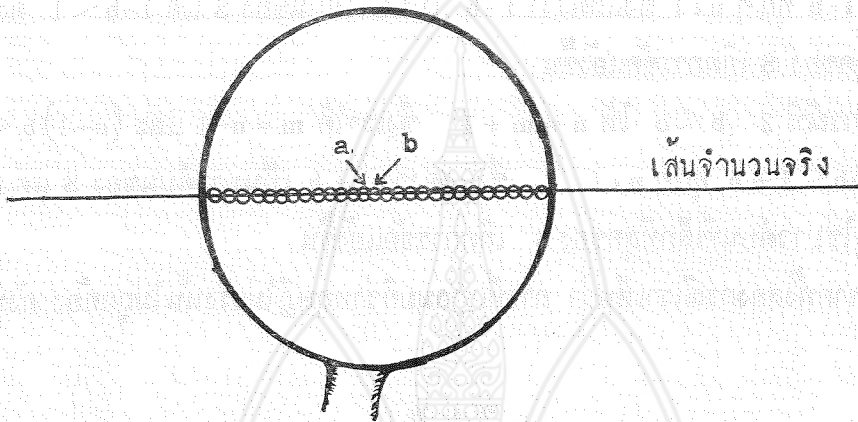
จาก $n \in \mathbb{N}$ คือ $n > 0$ และจาก (2), (3) เราได้

$$a < \frac{m}{n} < b$$

และเราเห็นว่า $\frac{m}{n} \in \mathbb{Q}$ เพราะ $m_0 \in I$ และ $n \in \mathbb{N}$

ช.ต.พ.

เรามาแยกแยะคำว่า ทฤษฎีที่ 3 ใ้ให้อะไรบ้าง ถ้าเราใช้แวนชยายส่งคู่เส้นจำนวนจริง และเลือกเอาจุด 2 จุด ที่อยู่ใกล้กันที่สุดบนเส้นนั้น จุดทั้งสองนี้ก็จะแทนจำนวนจริง 2



จำนวนที่ต่างกัน เรียก 2 จุดนี้ว่าจุด a และ b ตามทฤษฎีที่ 3 จะมีจุด q ของจำนวนตรรกยะอยู่ระหว่าง a กับ b โดยใช้ทฤษฎีที่ 3 ซ้ำอีก ก็จะมีจุดของจำนวนตรรกยะ q_1 อยู่ระหว่าง a กับ q และมีจุด q_2 ของจำนวนตรรกยะอยู่ระหว่าง a กับ q_1 เรื่อย ๆ ไป ดังนั้น ระหว่างจุด a กับจุด b ก็จะมีจุดของจำนวนตรรกยะเป็นจำนวนนับไม่ถ้วน เนื่องจากจุด a และ b จะอยู่ที่ใด ๆ ก็ได้บนเส้นจำนวนจริง เราจึงกล่าวได้ว่าจุดที่แทนจำนวนตรรกยะอยู่กันอย่างอัดแน่นบนเส้นจำนวนจริง เมื่อเป็นเช่นนี้จึงเกิดปัญหาขึ้นว่าจุดที่แทนจำนวนตรรกยะจะอยู่ได้อย่างไรบนเส้นจำนวนจริงเส้นเดียวกันนั้น ทฤษฎีต่อไปจะทำให้เราเห็นว่า จุดที่แทนจำนวนตรรกยะก็อยู่กันอย่างอัดแน่นบนเส้นจำนวนจริง

ทฤษฎีที่ 4 : ระหว่างจำนวนจริง 2 จำนวนใด ๆ จะมีจำนวนตรรกยะอยู่เสมอ.

พิสูจน์ : $a, b \in \mathbb{R}$ และ $a < b$ จะพิสูจน์ว่ามี $p \in \mathbb{P}$ ชนิดที่ $a < p < b$ เนื่องจาก $\sqrt{2} \cdot (b-a) \in \mathbb{R}$ และ $b-a > 0$ โดยทฤษฎีที่ 1 จะมี $n \in \mathbb{N}$ ชนิดที่

$$(4) \quad n(b-a) > \sqrt{2}$$

เนื่องจาก $na, \sqrt{2} \in R$ โดยทฤษฎีที่ 2 จะมี $m \in I$ ชนิดที่ $m\sqrt{2} > na$

หรือ $m > \frac{na}{\sqrt{2}}$ ให้ m_0 เป็น m ที่เล็กที่สุดที่

$$(5) \quad m_0 > \frac{na}{\sqrt{2}}$$

จากนั้นเราได้ว่า $m_0 - 1 < \frac{na}{\sqrt{2}}$ ดังนั้น $m_0\sqrt{2} < na + \sqrt{2} < na + n(b-a)$

ดังนั้นจาก (4), เคียวนั้นเรามี

$$(6) \quad m_0\sqrt{2} < nb$$

จาก $n > 0$ และจาก (5) และ (6) เราได้ $a < \frac{m_0\sqrt{2}}{n} < b$ ต่อไปจะแสดงว่า $\frac{m_0\sqrt{2}}{n}$ เป็นจำนวนอตรรกยะ

สมมติว่า $\frac{m_0\sqrt{2}}{n}$ ไม่เป็นอตรรกยะ คือเป็นตรรกยะ ดังนั้น จะมี $r, s \in I$ ชนิดที่ ห.ร.ม.

$(r, s) = 1$ และ $\frac{m_0\sqrt{2}}{n} = \frac{r}{s}$ แล้วเราได้ว่า $\sqrt{2} = \frac{nr}{m_0s}$ ซึ่งแสดงว่า $\sqrt{2}$ เป็นจำนวนตรรกยะ เกิด

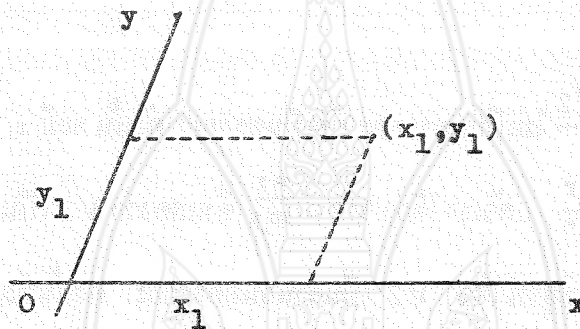
การขัดแย้งกับความจริงที่พิสูจน์ได้ว่า $\sqrt{2}$ เป็นจำนวนอตรรกยะ ดังนั้นที่สมมติว่า $\frac{m_0\sqrt{2}}{n}$ เป็นจำนวนตรรกยะก็ไม่ถูกต้อง และดังนั้น $\frac{m_0\sqrt{2}}{n}$ เป็นจำนวนอตรรกยะ

ช. ต. พ.

โดยการพิจารณาเช่นเดียวกับตอนหลังของทฤษฎีที่ 3 เราก็จะได้ว่า จุดที่แทนจำนวนอตรรกยะก็อยู่กันอย่างอัดแน่นบนเส้นจำนวนจริง สรุปได้ว่าจุดที่แทนจำนวนทั้งสองพวกนี้ต่างฝ่ายต่างก็อัดแน่นอยู่บนเส้นเดียวกัน จึงเป็นไปได้ที่จะนึกให้เห็นภาพของจำนวนจริง มันเป็นเรื่องที่เป็นนามธรรมอย่างยิ่ง

ต่อไปเราจะมาดูว่าความเป็นนามธรรมของจำนวนจริงเข้าไปเกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์แขนงอื่นๆ ได้อย่างไร ต่อคำถามที่ว่า เราสามารถหาจำนวนจริงที่มีค่าตัดไปจากจำนวนจริงที่กำหนดให้ได้หรือไม่ หรืออีกนัยหนึ่งถามว่า เราสามารถหาจุดบนเส้นจำนวนจริงที่อยู่ใกล้ที่สุดกับจุดที่กำหนดให้บนเส้นนั้นได้หรือไม่ คำตอบก็คือ หาไม่ได้ ตัวอย่างเช่น กำหนดจุด 0

มาให้ ถ้า B เป็นจำนวนจริงที่มีค่ามากมายมหาศาล เราจะได้ว่า $1/B$ เป็นจำนวนจริงที่เล็กมาก คือใกล้ 0 มาก แต่ $1/(B+1)$ ยังอยู่ใกล้ 0 มากกว่า เป็นอันว่าเราหาจุดที่อยู่ใกล้ที่สุดกับจุด 0 ไม่ได้ เป็นที่ทราบกันดีแล้วว่า จุดเกี่ยวข้องกับจำนวนจริงเสมอ เช่น แต่ละจุดใน **สเปส 1 มิติ** แทนได้ด้วยจำนวนจริง 1 จำนวน ตัวอย่างเช่น จุดบนเส้นตรงดังที่เราได้พิจารณามาแล้ว จุดแต่ละจุดในสเปส 2 มิติแทนได้ด้วยจำนวนจริงคู่หนึ่ง ตัวอย่างเช่น จุด (x_1, y_1) บนระนาบ ที่มีแกนอ้างอิง x, y แกน x และ แกน y ต่างก็เป็นเส้นจำนวนจริง แต่ละจุดในสเปส n มิติ ก็แทนได้ด้วยจำนวนจริง n ตัวคือ $(x_1, x_2, \dots, x_n)$ เป็นต้น ดังนั้น เมื่อพูดถึงจุดเราก็จะนึกถึงจำนวนจริงเป็นเบื้องหลังอยู่เสมอ จุดจึงมีความเป็นนามธรรม เรื่อง **เซ็ทของจุด** จึงเป็นเรื่องของนามธรรม ขอให้พิจารณานิยามนี้ต่อไป ซึ่งเป็นนิยามในเรื่องของเซ็ทของจุด



เนเบอร์ฮู้ด : เนเบอร์ฮู้ดของจุด p คือเซ็ทของจุดที่อยู่ล้อมรอบจุด p .

จุดภายใน : p เป็นจุดภายในของเซ็ท S ต่อเมื่อมีเนเบอร์ฮู้ดของ P อย่างน้อยหนึ่งเนเบอร์ฮู้ด ซึ่งทุกๆ จุดในเนเบอร์ฮู้ดนั้นเป็นจุดของ S

เซ็ทเปิด : S เป็นเซ็ทเปิดต่อเมื่อ ทุกๆ จุดของ S เป็นจุดภายในของ S .

จากนิยามของเซ็ทเปิดเราอาจกล่าวได้ว่า เซ็ทเปิดเป็นเซ็ทที่ปิดไม่ได้ การที่ให้นิยามเช่นนั้นได้ ก็เพราะความเป็นนามธรรมของจุดหรือจำนวนจริงนั่นเอง ตัวอย่างของเซ็ทเปิดที่เห็นง่าย ๆ ก็คือ ช่วงเปิด $]a, b[$ ซึ่งเป็นเซ็ทเปิดของจุดใน สเปส 1 มิติ

นิยามและทฤษฎีในเรื่องเซ็ทของจุดเป็นนามธรรม คณิตศาสตร์แขนงใดที่เกี่ยวข้องกับเซ็ทของจุด จึงมีความเป็นนามธรรมด้วย เท่าที่ผู้เขียนพอจะนึกได้ มีคณิตศาสตร์ในแขนงต่อไปนี้ -

คณิตศาสตร์วิเคราะห์, โทโปโลยี, โทโปโลจิกอล กรุป, เรขาคณิตบนแมนิโฟลด์
เป็นคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับเซตของจุด จึงเป็นแขนงของคณิตศาสตร์ที่มีความเป็นนามธรรม.

ศัพท์เทคนิคที่ใช้

นามธรรม	: abstract
จำนวนจริง	: real number
เส้นจำนวนจริง	: real line
จำนวนตรรกยะ	: rational number
จำนวนอตรรกยะ	: irrational number
บาวด์บน	: upper bound
สเปส 1 มิติ	: space of 1 dimension
เซตของจุด	: point set
เนเบอร์ฮูด	: neighborhood
จุดภายใน	: interior point
เซตเปิด	: open set
คณิตศาสตร์วิเคราะห์	: mathematical analysis
โทโปโลยี	: topology
โทโปโลจิกอลกรุป	: topological group
เรขาคณิตบนแมนิโฟลด์	: geometry on manifold

อุณหภูมิสมบูรณ์

Absolute Temperature

กิตต์

วิสุทธิวิเศษ*

บทคัดย่อ

บทความฉบับนี้ได้พยายามชี้ให้เห็นถึงที่มาของ คำนิยามของ “อุณหภูมิสมบูรณ์” จากกฎข้อศูนย์, หนึ่ง, สอง, และสาม ของวิชาเทอร์โมไดนามิกส์ อย่างคร่าวๆ ประมาณ 5 วิธี

อุณหภูมิเป็นเรื่องง่ายเรื่องหนึ่งในวิชาความร้อนซึ่งเป็นสาขาหนึ่งของวิชาฟิสิกส์ระดับมัธยมศึกษา, วิชาฟิสิกส์ในระดับมัธยมศึกษาแยกออกเป็นหลายสาขา เช่น กลศาสตร์, แม่เหล็กไฟฟ้า, แสง, เสียง, และฟิสิกส์ยุคใหม่, แต่วิชาความร้อนเท่านั้นที่แนะนำให้รู้จัก คำว่า “อุณหภูมิ”, หรืออีกนัยหนึ่งเรากล่าวได้ว่า วิชาความร้อนได้ให้คำนิยามของอุณหภูมิไว้เป็นรากฐานเบื้องต้น, และต่อมาคำว่า “อุณหภูมิ” ก็ไปปรากฏอยู่เกือบทุกหนทุกแห่งในวิชาฟิสิกส์ เมื่อเราได้ศึกษาวิชาความร้อนในระดับมัธยมศึกษาหมดแล้ว, เราก็ขยับขึ้นมาศึกษาวิชาความร้อนที่สูงขึ้นไปอีก วิชาที่เรียกว่า วิชา “เทอร์โมไดนามิกส์ (Thermodynamics)”. ซึ่งอธิบายเกี่ยวกับการเคลื่อนที่ของความร้อนในระดับอุดมศึกษา. วิชาเทอร์โมไดนามิกส์นี้เองที่ทำให้คำนิยามของอุณหภูมิได้อย่างแท้จริง.

เริ่มต้นจากกฎข้อศูนย์ ของวิชาเทอร์โมไดนามิกส์¹ ซึ่งได้มาจากสามัญสำนึก นั่นเอง; กล่าวคือ เมื่อเรานำวัตถุสองอัน, อันหนึ่งร้อนและอันหนึ่งเย็น ที่ทำด้วยสสารชนิดเดียวกัน, มาสัมผัสกันให้นานพอสมควร จนกระทั่งเรารู้สึกว่า วัตถุทั้งสองนั้นร้อนพอๆ กัน. เรากล่าวได้ว่าการสมดุลเชิงความร้อนเกิดขึ้น ระหว่างวัตถุทั้งสองนั้น. วิชาเทอร์โมไดนามิกส์

* ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. กิตต์ วิสุทธิวิเศษ., วท.บ. (เกียรตินิยม), พ.ม., M.S. Ph.D. (Physics of Quantum Fluids) ภาควิชาฟิสิกส์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

จึงถือโอกาสนิยามค่าอุณหภูมิขึ้นมาด้วยการแสดงกฎข้อที่ศูนย์ว่า **“เงื่อนไขสำหรับการสมมูลย์เชิงความร้อนระหว่างระบบสองระบบ คือ การที่ระบบสองระบบนั้นสัมผัสกันแล้วมีอุณหภูมิเท่ากัน.”**

ดังนั้น จึงเกิดระบบที่สามขึ้นมาที่เราเรียกว่า เครื่องมือสำหรับอุณหภูมิ หรือ **เทอร์โมมิเตอร์**, เพื่อแสดงว่ามีการสมมูลย์เชิงความร้อนเกิดขึ้นหรือไม่. นักวิทยาศาสตร์รุ่นก่อน ๆ จึงได้ให้หน่วยและสเกลที่แสดงถึงระดับอุณหภูมิต่าง ๆ เช่น องศาเซลเซียส หรือ เซนติเกรด, องศาฟาเรนไฮต์ และองศาโรเมอร์. เมื่อเราศึกษาวิชาฟิสิกส์สูง ๆ ขึ้น, เรามักจะแสดงค่าระดับอุณหภูมิในหน่วย **องศาสมบูรณ์** หรือ **องศาเคลวิน**, ดังจะได้กล่าวถึงต่อไป. การแสดงค่าระดับอุณหภูมิต่าง ๆ นั้น ต้องได้มาจากการเปรียบเทียบ. เช่นเปรียบเทียบกับระดับอุณหภูมิของน้ำแข็งบริสุทธิ์ที่กำลังหลอมเหลวและระดับอุณหภูมิของน้ำบริสุทธิ์ที่กำลังเดือดเป็นไอภายใต้ความกดดันบรรยากาศปกติ. เหมือนอย่างเช่นเรากล่าวถึง “สิ่งของสิ่งหนึ่งอยู่สูงจากโต๊ะตัวหนึ่งประมาณครึ่งเมตร”. โต๊ะจึงกลายเป็นสิ่งที่เรานำมาเปรียบเทียบแสดงถึงว่าสิ่งของนั้นอยู่สูง. ทั้ง ๆ ที่โต๊ะนั้นอาจจะสูงจากพื้นดินสักเท่าใดก็ได้.

ต่อมา นักวิทยาศาสตร์ได้ค้นพบ**กฎของแก๊สสมบูรณ์** หรือ **กฎของแก๊สอุดมคติ** คือ

$$\frac{PV}{T} = nR = \text{ค่าคงที่หนึ่งสำหรับแก๊สจำนวน } n \text{ โมล} \dots \dots \dots (1)$$

เมื่อ P คือความกดดัน, V คือปริมาตร, T คืออุณหภูมิ และ R คือค่าคงที่ของแก๊ส. นำเอาสมการที่ (1) นี้มาเขียนกราฟระหว่าง P และ T, เมื่อให้ V และ n คงที่, โดยหาค่า $\frac{PV}{nR}$ ของแก๊สอุดมคติที่อุณหภูมิซึ่งน้ำเดือดและน้ำเยือกแข็งเป็นน้ำแข็ง. แล้วลากเส้นตรงผ่านจุดเดือดและจุดเยือกแข็ง, ดังแสดงในรูปที่ 1.

เลือกจุดที่เกิดจากการพลเส้นตรงตัดกับแกนอุณหภูมิให้เป็นจุดกำเนิดและเป็นจุดระดับอุณหภูมิศูนย์องศาสมบูรณ์. แล้วแบ่งช่วงอุณหภูมิระหว่างจุดเดือดและจุดเยือกแข็งออกเป็น 100 ช่องเท่า ๆ กัน. สเกลที่ได้นี้เป็นสเกลองศาสมบูรณ์หรือเคลวินนั่นเอง. วิธีนี้จึงเป็นวิธีหนึ่งที่ทำให้เราสามารถนิยามของสเกลและอุณหภูมิสมบูรณ์. หน่วยองศาสมบูรณ์หรือองศาเคลวิน เขียนเป็นสัญลักษณ์ °K หรือ K ได้ทั้งสองแบบ.

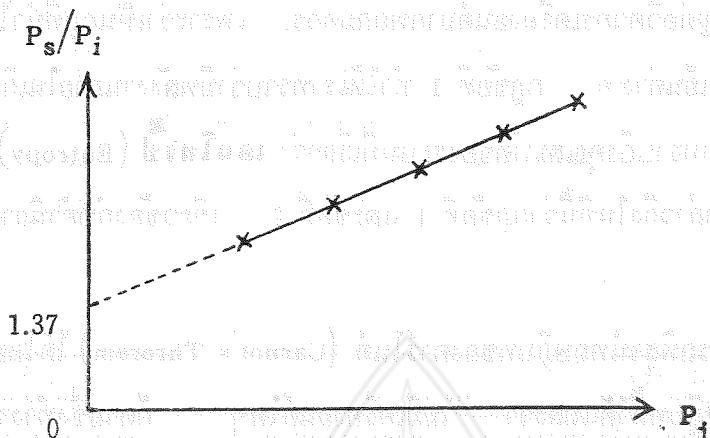

$$PV = nR\theta \left(1 + BP + CP^2 + \dots \right) \dots \dots \dots (2)$$

โดยที่ B, C, คือ ค่าสัมประสิทธิ์ไวเรียล (Virial coefficients), และ ρ คือ อนุกรมสมบรูณ์, กฎของแก๊สสมบรูณ์ (สมการที่ 1) จะเป็นจริงก็ต่อเมื่อ

$$\frac{\partial S}{\partial i} = \lim_{P_i \rightarrow 0} \left(\frac{P_i S}{P_i} \right) \dots \dots \dots (3)$$

ϕ_i , ϕ_j และ P_s , P_i คืออุณหภูมิสมบูรณ์ และ ความกดดันที่จุดเดือดและจุดเยือกแข็งตามลำดับ. ค่าอัตราส่วนระหว่างความกดดันไอที่จุดเดือด P_s และความกดดันไอที่จุดเยือกแข็ง P_i สามารถหาได้จากการทดลอง ณ ความกดดันไอที่จุดเยือกแข็งต่าง ได้. เมื่อเขียนกราฟระหว่าง P_s/P_i และ P_i เราได้กราฟประมาณเส้นตรงดังแสดงในรูปที่ 2

เมื่อต่อเส้นกราฟลงมาถึงแกน P_s/P_i ได้ค่า P_s/P_i ประมาณ 1.37 ณ P_i มีค่าเท่ากับ $P_{i,c}$ ดังนั้นจากสมการที่ (3), เราได้



รูปที่ 2

$$\frac{\sigma_s}{\sigma_i} \simeq 1.37.$$

แต่เรากำหนดให้ อุณหภูมิระหว่างจุดเดือดและจุดเยือกแข็งต่างกัน 100 องศา

$$\sigma_s - \sigma_i = 100.$$

เราจึงได้ค่าอุณหภูมิสมบูรณ์ของจุดเดือดและจุดเยือกแข็ง คือ

$$\sigma_s \simeq 373.17^\circ \text{K},$$

$$\text{และ } \sigma_i \simeq 273.17^\circ \text{K}.$$

อุณหภูมิจุดเยือกแข็งของ 0°C จึงเท่ากับ 273.17°K ., และศูนย์องศาสมบูรณ์ 0°K จึงเท่ากับ -273.17°C .

อุณหภูมิศูนย์องศาสมบูรณ์ที่ได้จากวิธีนี้ ก็ตรงกับที่ได้จากวิธีที่แสดงในรูปที่ 1 นอกจากนี้แล้วเรายังมีอุณหภูมิสมบูรณ์ในหน่วยองศาฟาเรนไฮต์, เรียกว่า องศา **แรนกิน** (Rankine) ซึ่งไม่เป็นที่นิยมกันเท่าใดนัก.

วิชาเทอร์โมไดนามิกส์ ถ้าเราจะแปลกันตรงตัวอักษร, เราอาจแปลได้เป็นวิชา **พลศาสตร์เชิงความร้อน** นอกจากวิชานี้จะแถลงกฎข้อที่ศูนย์ซึ่งเป็นจุดเริ่มต้นของการนิยามคำว่า อุณหภูมิแล้ว, วิชานี้ยังแถลงถึง **กฎข้อที่ 1, กฎข้อที่ 2, และ กฎข้อที่ 3.** กฎข้อที่ 1

และ 2 มีความสำคัญต่อวิศวกรรมเครื่องยนต์มากพอสมควร, เพราะว่าเป็นกฎที่นำไปใช้กับเครื่องยนต์สำหรับทำความเข้าใจต่าง ๆ. กฎข้อที่ 1 ทำให้เราทราบว่า มีพลังงานภายในเกิดขึ้นในระบบ, และข้อที่ 2 ทำให้เราทราบถึงคุณสมบัติของระบบที่เรียกว่า เอนโทรปี (Entropy) และอุณหภูมิสมบูรณ์, ดังจะได้กล่าวถึงในที่นี้ว่ากฎข้อที่ 1 และข้อที่ 2 เกี่ยวข้องกับคำนิยามของอุณหภูมิสมบูรณ์อย่างไร?

เราสามารถพิสูจน์ทฤษฎีบทของคาร์โนต์ (Carnot's Throrem) ได้โดยใช้ กฎข้อที่ 1 และข้อที่ 2. ทฤษฎีบทนี้ได้แสดงว่า “ไม่มีเครื่องยนต์ใดๆ ก็ตามซึ่งทำงานระหว่างสองอุณหภูมิที่กำหนดให้มีประสิทธิภาพมากกว่าเครื่องยนต์แบบคาร์โนต์ (Carnot engine)” แล้วเราจึงมี **ทฤษฎีบทแทรกของคาร์โนต์** ที่ชัดเจนไม่จำเป็นต้องพิสูจน์ตามว่า “**เครื่องยนต์แบบคาร์โนต์ทั้งหมดซึ่งทำงานระหว่างสองอุณหภูมิที่กำหนดให้ ย่อมมีประสิทธิภาพเท่ากันหมด**”. คำนิยามของอุณหภูมิสมบูรณ์ก็มาจากทฤษฎีบทแทรกของคาร์โนต์นั่นเอง เมื่อเราเตรียมเครื่องยนต์แบบคาร์โนต์ จำนวน 1 ชุด เป็นแบบอนุกรม, โดยให้เครื่องยนต์ทั้งหมดนี้ทำงานให้งาน จำนวน W ออกมาเท่ากัน. ปริมาณความร้อนที่ออกมาจากเครื่องยนต์เครื่องที่ $n+1$ มีปริมาณ Q_{n+1} ถ่ายเทให้แก่เครื่องที่ n ณ อุณหภูมิ T_{n+1} เครื่องยนต์เครื่องที่ n จึงให้งาน W ออกมาพร้อมทั้งปล่อยปริมาณความร้อน Q_n ณ อุณหภูมิ T_n ให้แก่เครื่องยนต์ที่ $n-1$ ก็ให้งาน W ออกมาอีก พร้อมทั้งปล่อยปริมาณความร้อน Q_{n-1} ณ อุณหภูมิ T_{n-1} ให้แก่เครื่องยนต์ต่อไป, เช่นนี้เรื่อย ๆ ไป. นั่นคือ

$$Q_{n+1} - Q_n = W,$$

และ
$$\frac{Q_n}{Q_{n+1}} = \frac{T_n}{T_{n+1}}.$$

เมื่อกำหนดให้ $x = \frac{T_n}{Q_n} = \frac{T_{n+1}}{Q_{n+1}} = \dots$, แล้วเราจะได้ว่า

$$T_{n+1} - T_n = xW, \dots \dots \dots (4)$$

ซึ่งไม่ขึ้นกับค่าของ n , เมื่อ n คือเลขจำนวนเต็ม. ดังนั้น เราเลือกให้ $xW = 1^\circ K$, แล้วสมการที่ (4) นี้ทำให้เราได้คำนิยามของอุณหภูมิสมบูรณ์อย่างเดียวกับที่ได้จากวิธีที่กล่าวมาแล้วข้างต้น.

วิชาเทอร์โมไดนามิกส์ ยังมีวิวัฒนาการอยู่เรื่อย, จนกระทั่งมีนักวิทยาศาสตร์หลายท่าน³ พร้อมใจกันแถลงกฎข้อที่ 4 ของวิชาแขนงนี้. กฎข้อที่ 4 นี้กล่าวถึงตัวแปรผันอินเทนสึบและเอ็กซ์เทนสึบ (Intensive and Extensive Variables) ซึ่งมีขึ้นได้ สำหรับสถานะที่สมดุลและไม่สมดุล, ซึ่งเป็นกฎที่ค่อนข้างยุ่งยาก จึงไม่ขอกล่าวในที่นี้. สำหรับกฎข้อที่ 3 ก็มีประโยชน์ต่อนักฟิสิกส์มาก, แต่จะไม่กล่าวถึงโดยละเอียดเช่นกัน. ผู้เขียนจะกล่าวถึงเฉพาะเรื่องที่เกี่ยวข้องกับการนิยามของอุณหภูมิสมบูรณ์ที่เห็นได้ง่ายและชัดเจนเท่านั้น.

กฎข้อที่หนึ่งและข้อที่สองของวิชาเทอร์โมไดนามิกส์ ยังทำให้เราสามารถพบว่า ความกดดันไอ ขึ้นกับอุณหภูมิได้อย่างไร. เมื่อเราศึกษาถึงการเปลี่ยนสถานะ (Phase Transitions) ระหว่างของเหลวและแก๊ส, โดยพิจารณาถึงของผสมระหว่างของเหลวและแก๊สที่สถานะสมดุล ณ อุณหภูมิ T และความกดดันไอ $P(T)$. เราจะได้สมการที่มีชื่อเสียงมากสมการหนึ่ง คือ **สมการของคลาเปอรอนและคลอเปียร์** (Clausius-Clapeyron Equation) สำหรับการสมดุลระหว่างของเหลวและแก๊ส. สมการนั้นคือ

$$T \frac{dP}{dT} = \frac{l_{vl}}{v_v - v_l}, \quad \dots\dots\dots(5)$$

โดยที่ l_{vl} คือความร้อนแฝงของการกลายเป็นไอระหว่างของเหลวและแก๊ส, v_v และ v_l คือปริมาตรเชิงโมลของแก๊สและของเหลวตามลำดับ. สมการที่ (5) ก็สามารถให้คำนิยามของอุณหภูมิสมบูรณ์ได้โดยเมื่อให้ l_{vl} , v_v และ v_l ไม่ขึ้นกับอุณหภูมิ, ผลที่ได้คือ

$$\log_e \left(\frac{T_s}{T_i} \right) = \int_{P_i}^{P_s} \frac{v_v - v_l}{l_{vl}} dp, \quad \dots\dots\dots(6)$$

เมื่ออุณหภูมิสมบูรณ์ของจุดเดือดคือ $T_s - T_i + 100$, สมการที่ (6) จึงทำให้เราสามารถหาค่าอุณหภูมิสมบูรณ์ของจุดเยือกแข็ง T_i ได้.

ความยุ่งยากของสเกลอุณหภูมิสมบูรณ์ได้ติดตามมา, เพราะว่าเมื่อนำมาเปรียบเทียบกับสเกลองศาเซลเซียสและฟาเรนไฮต์ ในระดับมัธยมศึกษาชั้น, เราได้เรียนกันมาว่า มี

อุณหภูมิที่มีค่าเป็นลบเมื่ออุณหภูมินั้นอยู่ต่ำกว่าจุดเยือกแข็ง. ดังนั้น ระดับอุณหภูมิที่ต่ำกว่าศูนย์ องศาสมบูรณ์ **มีหรือไม่**. ถ้ามี จะต้องมียุณหภูมิเป็นค่าลบขององศาสมบูรณ์, ซึ่งเป็นระดับ อุณหภูมิที่ต่ำกว่าศูนย์องศาสมบูรณ์ หรือ? ผู้เขียนขอกล่าวย่อๆ ดังต่อไปนี้.

กฎข้อที่สามหรือที่เรียกกันว่า **ทฤษฎีของเน็นส์ (Nernst's Theorem)** ได้กล่าวถึง สถานะของสสารว่า “**ไม่มีสถานะของสสารที่อุณหภูมิศูนย์องศาสมบูรณ์**,” ซึ่งทำให้เราทราบ ว่า ไม่มีการเปลี่ยนสถานะจากระดับอุณหภูมิสมบูรณ์ที่มีค่าบวกไปสู่สถานะที่ระดับอุณหภูมิสมบูรณ์ เป็นค่าลบได้. แต่**ไม่ได้** หมายความว่า “ไม่มีอุณหภูมิสมบูรณ์ที่มีค่าลบได้” ถ้าเราเริ่มจาก อุณหภูมิศูนย์องศาสมบูรณ์, แล้วเพิ่มขึ้นจนถึงอุณหภูมิ $+\infty$ องศาสมบูรณ์. จาก $+\infty$ องศา สมบูรณ์ เป็น $-\infty$ องศาสมบูรณ์ จนมาถึง -0 องศาสมบูรณ์ได้, เช่นสเกลเป็น $+0^\circ \text{K}, \dots, +500^\circ \text{K}, \dots, +1000^\circ \text{K}, \dots, +\infty^\circ \text{K}, -\infty^\circ \text{K}, \dots, -1000^\circ \text{K}, \dots, -500^\circ \text{K}, \dots, -0^\circ \text{K}$. นี้แสดงว่าอุณหภูมิสมบูรณ์ที่มีค่าเป็นลบนั้นสูงกว่าค่าที่เป็นบวก ณ อุณหภูมิที่เป็นลบขององศาสมบูรณ์นั้น, ระบบนั้นไม่เย็นกว่าอุณหภูมิศูนย์องศาสมบูรณ์, แต่ร้อนกว่าอุณหภูมิ ศูนย์องศาสมบูรณ์และบวกอนันต์ ($\pm \infty^\circ \text{K}$). อีกนัยหนึ่ง, เราได้กล่าวได้ว่า อุณหภูมิลบขององศาสมบูรณ์นั้นไม่ได้อยู่ต่ำกว่าศูนย์องศาสมบูรณ์, แต่อยู่เหนืออุณหภูมิอนันต์ขององศาสมบูรณ์. นักฟิสิกส์ ค้นพบอุณหภูมิลบขององศาสมบูรณ์ได้จากการทดลองเกี่ยวกับ เรื่อง **แม่เหล็กนิวเคลียร์ (Nuclear Magnetic Resonance)** ซึ่งเป็นวิชาพิเศษชั้นสูงสาขาหนึ่งของวิชาฟิสิกส์

ความยุ่งยากเกี่ยวกับอุณหภูมิลบศูนย์องศาสมบูรณ์, นักฟิสิกส์แก้ไขได้โดยใช้สเกลของ $-1/T$ แทน, แล้วตัวอย่างสเกลที่ยกมาข้างบนนี้ จะกลายเป็น $-\infty, \dots, -0.002, \dots, -0.001, \dots, -0, +0, \dots, 0.002, \dots, +\infty$, ในหน่วยของ (องศาสมบูรณ์) $^{-1}$. สถานะของสสารที่ ลบ ($^\circ \text{K}$) $^{-1}$ จึงเปลี่ยนไปเป็นสถานะที่ บวก ($^\circ \text{K}$) $^{-1}$ ได้.

ประโยชน์ของอุณหภูมิจึงองศาสมบูรณ์ คือ ทำให้เราทราบถึงสถานะของระบบและเรา ยังทราบถึง ค่าพลังงานของระบบโดยประมาณได้, โดยนำทฤษฎีจลน์ของแก๊สซึ่งเป็นแขนงหนึ่งของวิชาฟิสิกส์มาประยุกต์เข้ากับวิชาเทอร์โมไดนามิกส์. แล้วเราได้ทฤษฎีบท บทหนึ่งที่เรียกว่า “**Equipartition Theorem**”, เพื่อหาพลังงานเฉลี่ย ของพลังงานจลน์และพลังงานศักย์ได้

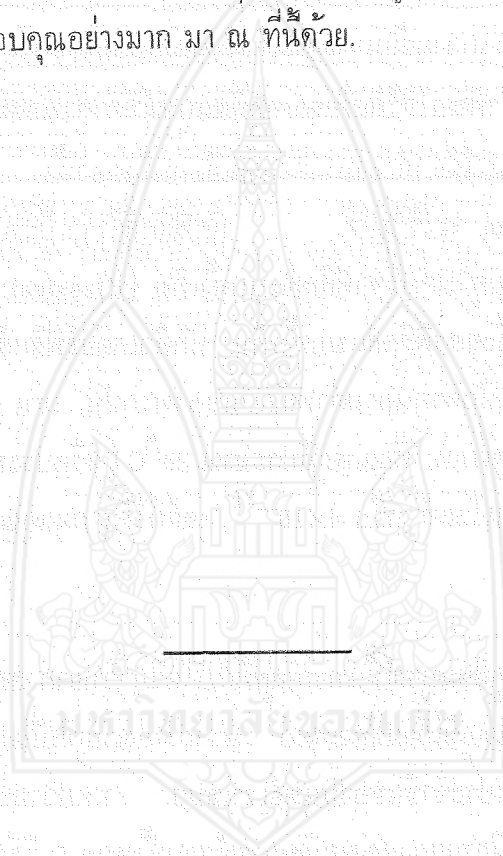
ในหน่วยของอุณหภูมิองศาสมบูรณ์หรือใน**เทอมของ**ค่าคงที่โบลซ์แมน (Boltzmann constant) k_B คูณกับอุณหภูมิ T องศาสมบูรณ์ของระบบ. ผลคูณของ $k_B T$ เป็นหน่วยจูลในระบบ MKS หรือเออร์ก ในระบบ CGS. ตัวอย่างเช่น เราต้องการทราบว่าพลังงานเฉลี่ยของแก๊ส อาร์กอน (A) จำนวน 1 โมล ณ อุณหภูมิ 27°C . อย่างคร่าวๆ เราสามารถกล่าวได้ว่าแก๊สอาร์กอนนั้นมีพลังงานประมาณ 300°K ต่อหนึ่งโมล. แต่ถ้าต้องการทราบพลังงานในหน่วยของพลังงานเป็นจูลแล้วเราต้องใช้ Equipartition Theorem คำนวณอย่างจริงจังออกมา. จากค่าพลังงานนี้, เราสามารถหาค่าความจุความร้อนจำเพาะเชิงโมลเมื่อปริมาตรหรือความกดดันคงที่ได้โดยไม่ขึ้นกับอุณหภูมิ, ซึ่งเป็นค่าที่พอใช้ได้เมื่ออุณหภูมิสมบูรณ์มีค่าสูงพอสมควร (เช่นอุณหภูมิของห้อง). ถ้าอุณหภูมิสมบูรณ์มีค่าต่ำลงมากกว่าจุดเยือกแข็งของน้ำ ณ ความกดดันปกติแล้ว Equipartition Theorem จะใช้ไม่ได้. นักฟิสิกส์จึงจำเป็นต้องศึกษาวิชาฟิสิกส์ยุคใหม่ (Modern Physics) ควบคู่ไปกับวิชาฟิสิกส์แบบดั้งเดิม (Classical Physics). วิชาเทอร์โมไดนามิกส์ยังเป็นสาขาหนึ่งของฟิสิกส์แบบดั้งเดิม. นักนิวเคลียร์ฟิสิกส์ที่เราอาจเรียกว่านักฟิสิกส์ยุคใหม่ ก็แบ่งพวกอนุภาคนิวตรอนตามค่าพลังงานของพวกมัน, เช่น พวก Thermal neutron ซึ่งหมายถึงพวกอนุภาคนิวตรอน, ที่อุณหภูมิประมาณ 20°C (หรือประมาณ 293°K), มีพลังงานประมาณ 25 มิลลิอิเล็กตรอนโวลต์ หรือ 4×10^{-21} จูลที่ได้จากผลคูณ $k_B T$ นั้นเอง.

สรุปและวิจารณ์

เรื่องของอุณหภูมิสมบูรณ์นั้นแทรกอยู่ทั่วไปในวิชาวิทยาศาสตร์ ไม่ว่าฟิสิกส์, เคมี, และชีววิทยา จะมีคำว่าอุณหภูมิเกี่ยวข้องเสมอ. เพราะอุณหภูมิเป็นคุณสมบัติทางกายภาพของระบบและเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันของมนุษย์เราเสมอ. บทความที่ผู้เขียนได้เขียนมาทั้งหมดเป็นเรื่องที่เกี่ยวข้องกับคำนิยามของอุณหภูมิสมบูรณ์รวมทั้งหมด 5 วิธีพอสมควร. แต่ผู้เขียนยังไม่ได้กล่าวถึงเครื่องมือวัดอุณหภูมิอย่างใดเลย, เพียงเอ่ยถึงเทอร์มอมิเตอร์เท่านั้น. เทอร์มอมิเตอร์ที่เคยศึกษากันในชั้นมัธยมศึกษาก็แบ่งกันเป็น 3 พวกใหญ่ๆ ได้แก่ พวกที่ใช้ของแข็ง, ของเหลว, และแก๊ส, และใช้วัดอุณหภูมิที่ต่ำกว่าจุดเยือกแข็งของน้ำพอประมาณเท่านั้น. ถ้าอุณหภูมิต่ำเข้าใกล้ศูนย์องศาสมบูรณ์แล้ว, เทอร์มอมิเตอร์พวกไหนกันที่เราใช้วัดอุณหภูมิ

ต่างๆ เช่นนี้. โอกาสหน้าผู้เขียนจะพยายามเขียนบทความเกี่ยวกับการวัดอุณหภูมิต่างๆ ที่เข้าใกล้ศูนย์องศาสมบูรณ์มาเสนอต่อท่าน.

ถึงอย่างไร ผู้เขียนยังไม่ขอยอมรับว่าเป็นผู้จริงเกี่ยวกับ “อุณหภูมิสมบูรณ์” บทความนี้เป็นเพียงประสบการณ์หนึ่งของผู้เขียนที่ได้จากการสอนนักศึกษาภาควิชาฟิสิกส์ ปีที่ 2 ของคณะวิทยาศาสตร์ - อักษรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น. หากมีข้อผิดพลาดใดๆ และท่านผู้อ่านมีข้อเสนอแนะ ทั้งดีและไม่ดี โปรดกรุณาติดต่อกับผู้เขียนได้โดยตรง. ผู้เขียนยินดีรับทราบจากท่านด้วยความขอบคุณอย่างมาก มา ณ ที่นี้ด้วย.



เอกสารอ้างอิงและแนะนำหนังสืออ่านเพิ่มเติม

1. ตำราวิชาเทอร์โมไดนามิกส์ ฉบับมาตรฐานทั้งหมดเช่น

Sears, F.W. (1950, 1953) **Thermodynamics**, Addison-Wesley.

Zemansky, H.W. (1968) **Heat and Thermodynamics** 4th & 5th Ed.,
McGraw-Hill.

Sommerfeld, A. (1964) **Thermodynamics and Statistical Mechanics**,
Academic Press.

Bazarov, I.P. (1964) **Thermodynamics**, Pergamon Press.

Kubo, R. (1966) **Thermodynamics**, North-Holland.

ซึ่งอธิบายถึงกฎข้อที่ศูนย์, ข้อที่หนึ่ง, ข้อที่สอง, ข้อที่สาม, และแอนโทรปีได้อย่าง
ชัดเจน.

2. หนังสือ “พลศาสตร์เชิงความร้อนและทฤษฎีจลน์ของแก๊ส (**Thermodynamics and Kinetic Theory of Gases**)”, เรียบเรียงเป็นภาษาไทยโดย ดร. กิตต์ วิสุทธิ
วิเศษ, คณะวิทยาศาสตร์-อักษรศาสตร์, มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ซึ่งจัดพิมพ์เป็นรูป
เล่ม (พ.ศ. 2518, 209 หน้า) เพื่อประกอบการสอนแก่นักศึกษาที่เลือกเรียนวิชา
ฟิสิกส์เป็นวิชาเอก.

3. กฎข้อที่ 4 ของวิชาเทอร์โมไดนามิกส์ หาอ่านเพิ่มเติมได้จาก

Langsberg, P.T. (1972) **Nature** **238**, 229.

Glansdorff, P., and Prigogine, I. (1971, 1974) **Thermodynamic
Theory of Structure, Stability and Fluctuations**,
Wiley Interscience.

4. ผู้ที่สนใจในเรื่อง **อุณหภูมิลบของสสาร** โดยเฉพาะนั้น หาอ่านเพิ่มเติมจาก
เอกสารอ้างอิงหมายเลข 1, และอาจค้นคว้าเพิ่มเติมจาก Machlup, Stefan, **Am.
J. Physics**, **43**, 991 (1975).

อยากกิน ทำไม่ถึงอยากกิน

Synthetic Dyes

ปริญญา ธีรมงคล*

คนเรากินอาหารด้วยเหตุใหญ่ 2 ประการ ได้แก่

1. ร่างกายขาดพลังงาน จึงเกิดอาการที่เรียกว่าหิว เพราะฉะนั้น การกินแบบนี้ เรียกว่ากินเพราะหิว
2. ใจมันต้องการ เรียกว่า กินเพราะอยาก

ส่วนสาเหตุปลีกย่อยอื่น ๆ เช่น กินแก้บน หรือกินประทศแม่บ้าน ฯลฯ ผู้เขียนจะไม่ขอกล่าวถึงให้มากความ

คนส่วนใหญ่ยังมีกิเลสอยู่เป็นสมบัติประจำกายด้วยกันทั้งนั้น เพราะฉะนั้นสาเหตุที่สองจึงมีบทบาทสำคัญมากขึ้นทุกทีตามความเข้มของกิเลส เคยมีคนสงสัยเมื่อพบผู้เขียนนั่งรับประทานอาหารซึ่งมองดูแล้วไม่น่าจะทนกลืนลงไปได้ ดูเหมือนกับไม่รู้จักรสชาติอะไรเสียเลยความจริงเป็นเพราะตอนนั้นไม่มีอะไรจะรับประทานแล้วนั่นเอง จึงต้องทนกลืนเข้าไป

ปัจจุบันความเจริญทางด้านวิชาการมีมากขึ้นทุกที ผู้ผลิตสินค้าจึงหลอกล่อให้คนซื้อสินค้าด้วยความอยากได้ง่ายขึ้น ตัวอย่างเช่น ขนมปังสังขยาของไทย สมัยก่อนก็มีสีเดียวคือสีของไข่ที่ใช้ทำนั่นเอง แต่ในขณะนี้เห็นวางขายกันไม่ทราบว่าจะมีอะไรต่ออะไร สีสรรก็แปลกตาน่าหลงเสียจริง ๆ นอกจากสังขยาแล้ว เคี้ยวอาหารทั้งหลายล้วนแต่ปรุงแต่งสีสวยงามต่าง ๆ ด้วยกันทั้งนั้น เรียกว่าวันหนึ่ง ๆ อยากกินนับครั้งไม่ถ้วนกันทีเดียว

ตัวการสำคัญในเรื่องนี้ก็คือ สีที่นักเคมีสังเคราะห์ขึ้นมานั่นเอง สีเหล่านี้นำไปใช้งานที่มีประโยชน์หลายด้านไม่ปะปนกัน ความนี้ปัญหามันเกิดขึ้น เมื่อจะนำมาใช้ผสมอาหารล่อให้คนรับประทานนั่นเอง เพราะสีที่จะใช้ในการนี้ได้นั้นไม่ใช่ธรรมดา ๆ จะต้องมีความปลอดภัยที่สำคัญต่าง ๆ ครบถ้วนดังจะแสดงให้เห็นเป็นกระสายต่อไปนี้.—

1. จะต้องผ่านการตรวจสอบแล้วว่าไม่มีธาตุพวก ตะกั่ว, ทองแดง และ

Arsenic ปะปนอยู่

2. จะต้องไม่มีฤทธิ์ ทำให้เกิดมะเร็ง และต้องบริสุทธิ์จะมีสารที่จะทำให้เกิดมะเร็งปนอยู่ไม่ได้เด็ดขาด
3. สีของสารนั้น ๆ จะต้องคงทนอยู่ได้ในช่วงอุณหภูมิตั้งแต่ -10 จนถึง 110 องศาเซลเซียส หรือสูงกว่านั้น ทั้งนี้เพราะขบวนการในการประกอบอาหาร จะใช้อุณหภูมิต่างกันมาก เช่น ไอศกรีมจะเย็นต่ำกว่า 0 องศา ส่วนในการทำขนมปังจะต้องอบเกิน 100 องศาแน่ ๆ อย่างนี้เป็นต้น
4. สีจะต้องไม่เปลี่ยนแปลงในช่วง pH ตั้งแต่ $2-8$
5. จะต้องทนต่อแสงแดดได้เป็นเวลานาน โดยไม่ซีดหรือตกตะกอน
6. สีเหล่านี้ควรจะมีทั้งแบบที่ละลายในน้ำ และแบบที่ละลายในน้ำมัน
7. สารที่มีสีเหล่านี้จะต้องถูกดูดซับได้ในปริมาณพอ ๆ กัน เพื่อไม่ให้เกิดการแยกตัวของสีเกิดขึ้น อย่างเช่น มะขามแช่อิ่มในน้ำเชื่อมสีเขียวอ่อน อันสีเขียวนี้ย่อมได้จากการผสมสีน้ำเงินกับสีเหลืองตามสูตรที่ทราบกันดีแล้ว คราวนี้ถ้าสีทั้งสองถูกเนื้อมะขามดูดซับได้ไม่เท่ากัน เช่น สมมติให้ดูดสีน้ำเงินได้ดีกว่าสีเหลือง ผลก็คือ เนื้อมะขามจะกลายเป็นสีน้ำเงินไป ส่วนน้ำเชื่อมก็จะเป็นสีเหลืองอยู่อย่างเดียว ลองนึกภาพดูเองก็แล้วกัน ว่าน่ารับประทานแค่ไหน
8. ต้องทนต่อออกซิเดชัน (Oxidation) และรีดักชัน (Reduction) ทั้งนี้เพราะเรามักใช้ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2) เป็นตัวรักษาสภาพ (Preservative) อยู่เสมอ ๆ นอกจากนั้นพวกน้ำตาลผลไม้ ก็เป็นตัวรีดิวซ์ได้เหมือนกัน
9. สีชนิดหนึ่ง ๆ นั้นไม่ว่าจะเตรียมกี่ครั้งก็ตาม จะต้องสามารถทำให้มีความเข้มข้นของสีเข้าระดับมาตรฐานอย่างที่ได้ตั้งไว้เสมอ ไม่ใช่เตรียมครั้งแรกสีเข้มสดใสดี พอเตรียมครั้งหลังกลับได้สีตุ่น ๆ แบบนี้ถือว่าสีชนิดนี้ใช้ไม่ได้

สีที่มีคุณสมบัติครบถ้วนตามบัญญัติ 9 ประการนี้ นับว่ามีความเข้มแข็งอดทนยอดเยี่ยม เรียกว่า หินยังอายม้วนไปเลย แต่ในโลกแห่งความเป็นจริงแล้วมักจะมีไม่ครบอย่างว่า เพื่อไม่ให้ร่วนวายจนเกินไปเลยนำแต่เฉพาะข้อสำคัญมากมาจัดชั้น (Class) เสียใหม่ดังนี้—

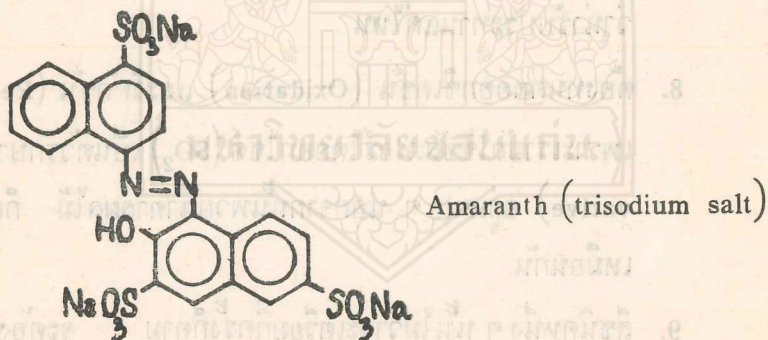
ชั้นหนึ่ง (Class A) เป็นสีที่ผ่านการตรวจสอบมาแล้ว และมีข้อมูลเพียงพอที่จะยืนยันว่าไม่มีโทษ ถ้าวรับประทานในขนาดที่กำหนด

ชั้นสอง (Class B) เป็นสีที่มีข้อมูลยืนยันไม่พอเพียงว่าปลอดภัย แม้จะนํ้ายันทอนยันแล้วก็ตาม

ชั้นสาม (Class C) เป็นสีที่มีข้อมูลยืนยันกับเขาเหมือนกัน แต่เป็นการยืนยันว่ามีพิษหรือไม่ก็เป็นพวกที่ยังไม่มีข้อมูลพอเพียง จึงต้องรับข้อหา “เป็นภัย” (ต่อสังคม) ไปพลางก่อน จนกว่าจะมีการพิสูจน์ให้รู้แจ้งเห็นจริง

เนื่องจากความกลัวตายของมนุษย์มีอยู่มาก สีสังเคราะห์จึงถูกตรวจสอบกันอย่างละเอียดเข้มงวดกว่าการคัดเลือกนางสาวไทยเสียอีก เพื่อให้ได้ของที่ปลอดภัยจริงๆ ดังจะได้เผยโฉมสีต่าง ๆ ให้แต่ละสิ่งเล่นเย็น ๆ ใจพอเป็นตัวอย่างดังต่อไปนี้

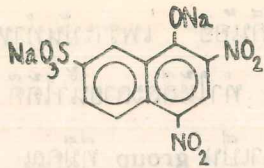
สีแดง ที่เข้าชั้นได้ชั้นหนึ่งมีหลายตัว แต่จะโชว์เพียง 1 ตัวก่อน ได้แก่สีที่ชื่อว่า **Amaranth** หรือมีชื่อเล่นว่า F.D. & C. Red No. 2



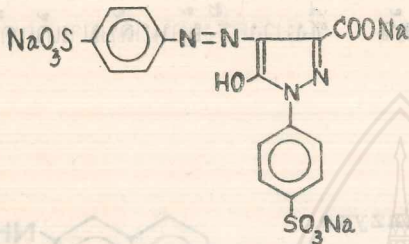
สีส้ม ไม่มีอยู่เป็นตัวตนจริง มักจะได้อาจจากการผสมสีแดงกับสีเหลืองเอาภายหลัง

สีเหลือง มีหลายตัวเหมือนกัน แต่จะได้อายุสัก 2 ตัว ที่รู้จักกันดีคือ Naphthol Yellow S

และ Tartrazine



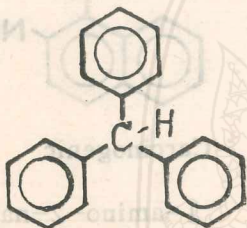
Naphthol Yellow S



Tartrazine

สีน้ำเงิน ที่รู้จักกันดีและเป็นที่ยอมรับคือ สีครามหรือ Indigo Carmine แต่สีนี้เป็นประเภท ขาวฉ่ำอ่อน ตกใจนิดหน่อยก็ซีดหรือไม่ก็เปลี่ยนสีไปเลย

สีน้ำตาลและสีดำ กลุ่มนี้นับว่าอากัปกว่าเพื่อน เพราะไม่ได้ขึ้นหนึ่งกับเขาบ้างเลย ล้วนแล้ว แต่ไม่เข้าชนทงนั้น รูปร่างส่วนมากเป็นพวก Triphenylmethane Dyes



Triphenylmethane

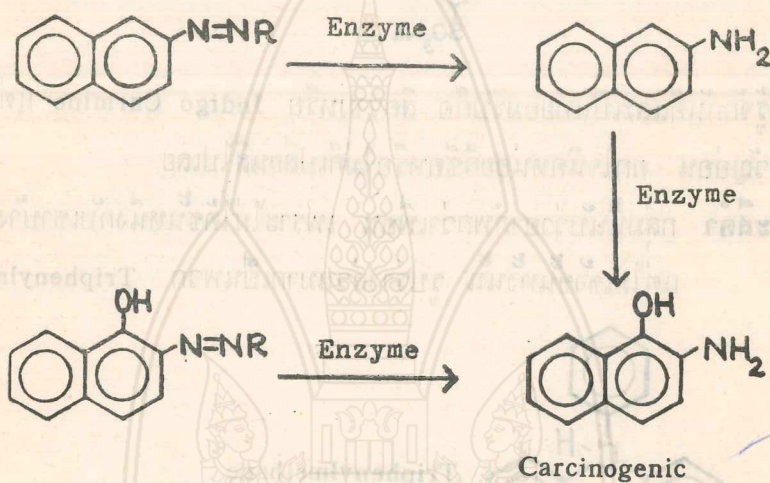
ดังนั้นผู้ที่นิยมรับประทาน กาละแมะ, เจาก๊วย และอื่นๆ ที่ได้จากการใส่สีประเภทนี้ เพื่อความไม่ประมาทควรเตรียมตัวเตรียมใจไว้แต่เนิ่นๆ เพื่อกันการผิดหวังในภายหลัง

ร่างกายของเรานั้นมีโรงงานเคมีที่ยอดเยี่ยมอยู่หลายโรงด้วยกัน แต่ที่กำลังจะกล่าวถึงนี้ คือ ตับ เพราะมันทำหน้าที่อยู่ตลอดหลายอย่างทั้งสร้างสารขึ้นใหม่และสับออกเป็นชิ้นๆ เมื่อสีเข้าสู่ร่างกายก็จะถูกตับส่ง เอ็นไซม์ (Enzyme) มาสับเช่นกัน และจากการที่มันเที่ยวสับเที่ยวเจื่อนนี่เองเลยเกิดปัญหานี้ขึ้น ซึ่งจะได้แสดงให้เห็นจากๆ ไป

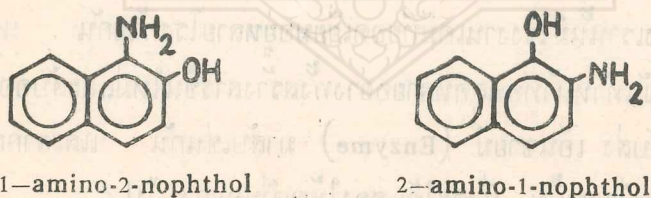
1. Sulphonic Group ($-\text{SO}_3\text{H}$) Group นี้ เอ็นไซม์ของตับฟันไม่เข้าเลยอยู่ยงคงกระพันจนกระทั่งถูกขับออกจากร่างกายลงสู่สุสานต่อไป ถ้าสังเกตจะเห็นว่าสี

ส่วนมากมี group นี้นั้นไม่มากนักน้อย เพราะมันทำหน้าที่เป็นอิเล็กโทรไลต์ชนิดแก่ (Strong Electrolyte) ทำให้สลายน้ำได้ดี และผลพลอยได้คือทำให้ร่างกายดูดซึมได้เล็กน้อย นับว่าเป็น group ที่มีคุณ

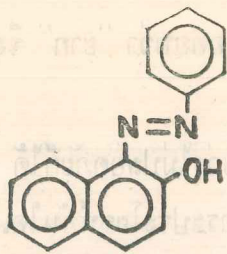
2. **Azo Group** ($-N=N-$) เป็น linkage ที่ใจเสาะถูกสับขาดเป็น 2 ท่อน ได้สารใหม่ทีเรียกว่า amine 2 ตัว ซึ่งบางครั้งย้อนกลับมาแก้แค้นด้วยการทำให้เกิดมะเร็ง ดังปฏิกิริยา



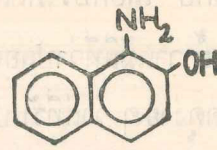
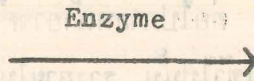
amines ที่ก่อให้เกิดมะเร็งเท่าที่ทราบได้แก่ 1-amino-2-naphthol และ 2-amino-1-naphthol ซึ่งมีทรวอดทรงอรรถนดังนี้:-



ฉะนั้นพวก 2-naphthylazo dyes ที่ไม่มี group- SO_3Na ติดอยู่ เมื่อเข้าสู่ร่างกายจะถูกพิษขาดออกกลายเป็น amines ที่อันตรายอย่างเช่น สีที่ชื่อว่า Sudan Yellow

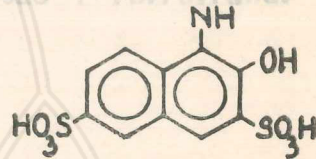
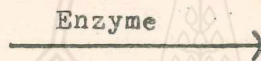
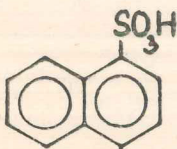


Sudan Yellow



Carcinogenic

ถ้ากลับมากูสี Amaranth ถึงแม้ Azo linkage จะขาดออก แต่ก็มี Sulphonic groups ติดอยู่ด้วย คุณสมบัติที่ทำให้เกิดมะเร็งจึงหมดไปอย่างน่าพิศวง



การที่จะวิจารณ์ส่วนโค้งส่วนเว้าของสีสังเคราะห์เหล่านี้ให้ยาวต่อไปก็คงไม่เกิดประโยชน์อะไรมากนัก สิ่งที่น่าชวนสนใจก็คือสีชนิดใดที่รับประทานได้อย่างปลอดภัย และทำอย่างไรจึงรู้ว่าสีที่ผสมในอาหารที่จะบริโภคนั้นปลอดภัย

ปัญหาข้อแรกตอบได้ง่ายโดยจะเสนอชื่อสีที่ปลอดภัย ดังต่อไปนี้.—

สีแดงได้แก่ Amaranth, Ponceau SX

สีเหลืองได้แก่ Tartrazine

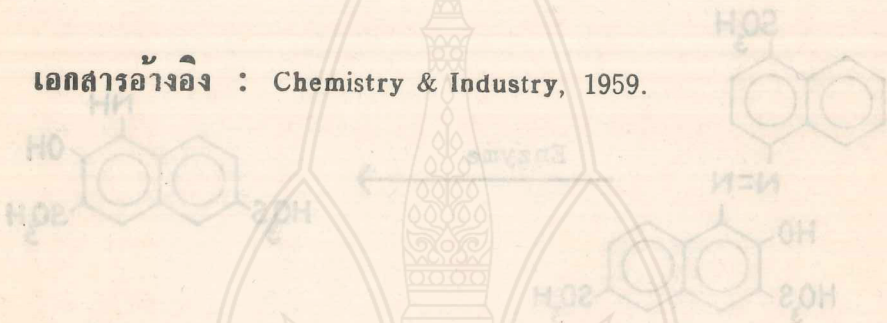
สีน้ำเงินได้แก่ Indigo Carmine

ส่วนสีที่พิลึกพิลั่น เช่น มีอาการสะท้อนแสงได้ หรือ เป็นสีที่ไม่ได้เกิดจากการผสมของแม่สีเหล่านี้ ไม่ขอรับรองความปลอดภัยแต่อย่างใด

ปัญหาอันหนึ่งในฐานะที่พอจะมีความรู้ทางเคมีอยู่บ้าง ขอตอบว่า “ยาก” จึงขอเสนอว่าทางที่ดีที่สุดคือ เลือกรับประทานอาหารที่ไม่ผสมสี

ขออภัยว่าแม้สีที่ว่าปลอดภัยนั้น ต่อไปภายหน้าอาจค้นพบว่าไม่ปลอดภัยก็ได้ ใครจะทำไม ลองคิดดูง่าย ๆ ว่าสีที่รับประทานเข้าไปนั้น ร่างกายไม่ได้สลายประโยชน์อันใดเลย ตรงกันข้ามกลับต้องเปลืองเอ็นไซม์มาสับเสียอีก ถ้ายังมีคนชอบกินสีอยู่ ผู้ผลิตก็ต้องผลิตออกมาขายอยู่ต่อไป นับเป็นการสิ้นเปลืองโดยเปล่าประโยชน์อย่างแท้จริง มีหน้าซำยังก่อให้เกิดโรคร้ายได้ด้วย มัวแต่รับประทานเพราะอยากอยู่เถอะ อีกหน่อยเกิดเจ็บป่วยจะมานั่งรำพันว่านี่แหละหนออยากกินทำไมถึงอยากกิน!

เอกสารอ้างอิง : Chemistry & Industry, 1959.



มหาวิทยาลัยขอนแก่น

การศึกษาวิชาบรรณารักษศาสตร์ในประเทศตุรกี

Education for Librarianship in Turkey*

เฉลียว พันธุ์สัตา*

ข้อความทั่วไป

แม้ว่าประเทศตุรกีจะมีห้องสมุดที่เก็บรวบรวมหนังสือไว้เป็นจำนวนมากก็ตาม แต่ห้องสมุดเหล่านั้นยังขาดแคลนบรรณารักษ์ที่มีวุฒิทางวิชาบรรณารักษศาสตร์อยู่มาก ปัจจุบันประเทศตุรกีมีความต้องการบรรณารักษ์มีวุฒิเป็นจำนวนมาก จึงได้เปิดสอนวิชาบรรณารักษศาสตร์ขึ้นเมื่อเร็ว ๆ นี้ นอกจากนี้ยังเร่งให้การศึกษาและฝึกอบรมบรรณารักษ์ประเภทต่าง ๆ เพิ่มขึ้นทุกวันถึง 3 ประเภท คือ การศึกษาระดับมหาวิทยาลัย การสอนและฝึกอบรมหลักสูตรในระยะสั้น และการฝึกหัดปฏิบัติงานในหอสมุดแห่งชาติ ทั้งนี้เพื่อสนองความต้องการอย่างรีบด่วนที่จะผลิตบรรณารักษ์ที่มีวุฒิออกไปดำเนินงานในห้องสมุดทุกประเภท

การศึกษาวิชาบรรณารักษศาสตร์ระดับมหาวิทยาลัย

มหาวิทยาลัยในประเทศตุรกีที่เปิดสอนวิชาบรรณารักษศาสตร์ คือมหาวิทยาลัยอังการาและมหาวิทยาลัยอิสตันบูล (The University of Ankara and the university of Istanbul)

การศึกษาวิชาบรรณารักษศาสตร์ในประเทศตุรกี ได้เริ่มขึ้นเป็นครั้งแรกที่คณะอักษรศาสตร์ มหาวิทยาลัยอังการา เมื่อปี ค.ศ. 1954 โดยมหาวิทยาลัยอังการาได้รับความช่วยเหลือจากสมาคมห้องสมุดอเมริกันและมูลนิธิฟอร์ด จัดส่งอาจารย์บรรณารักษ์ไปจัดสอนวิชาบรรณารักษศาสตร์ และดำเนินงานด้านต่าง ๆ เช่น จัดหาหนังสือ เครื่องมือ ตลอดจนวัสดุ อุปกรณ์การศึกษาต่าง ๆ ให้เป็นเวลา 7 ปี จนกระทั่งปัจจุบันชาวตุรกีสามารถดำเนินการสอนวิชาบรรณารักษศาสตร์ได้ด้วยตนเอง ขณะนี้มีอาจารย์บรรณารักษ์ที่เป็นชาวตุรกีทำการสอนอยู่ 5 คน โดย 4 คน ทำการสอนเต็มเวลา และอีก 1 คน เป็นอาจารย์สอนพิเศษ

* บทความเรื่องนี้อัดคัดความจาก Leman Cankaya "Education for Librarianship in Turkey" *Unesco Bulletin for Libraries*, 28 (November–December, 1974). 329–30.

* นายเฉลียว พันธุ์สัตา อ.บ. (บรรณารักษ์) อดีตสังกัดห้องสมุดมหาวิทยาลัยขอนแก่น ปัจจุบันสังกัดห้องสมุดมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒประสานมิตร.

ภาควิชาบรรณารักษศาสตร์ คณะอักษรศาสตร์ ของมหาวิทยาลัยเอนคารานัน รับนักศึกษาเข้าศึกษาจากทั่วประเทศ และนักศึกษาชาวต่างประเทศด้วย โดยเฉพาะนักศึกษาจากต่างประเทศในกลุ่มประเทศตะวันออกกลางนั้นมีมากพอๆ กับนักศึกษาภายในประเทศ ส่วนคุณสมบัติของผู้มีสิทธิเข้าศึกษานั้น จะต้องมีความรู้ระดับประกาศนียบัตรชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 และต้องผ่านการสอบคัดเลือกของมหาวิทยาลัย หลักสูตรที่กำหนดให้ศึกษาใช้เวลา 4 ปี นักศึกษาทุกคนจะต้องฝึกงานในห้องสมุดไม่ต่ำกว่า 80 ชั่วโมง สำหรับนักศึกษาที่เรียนในชั้นปีที่ 4 นั้น จะต้องเรียนวิทยานิพนธ์ด้วย ผู้ที่สำเร็จการศึกษาตามหลักสูตรจะได้รับวุฒิปริญญาตรีเทียบเท่าปริญญาตรี

หลักสูตรวิชาบรรณารักษศาสตร์ของคณะอักษรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเอนคารานันแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ วิชาแกน (Core Courses) และวิชาเสริม (Auxiliary courses) วิชาแกนประกอบด้วยรายวิชาต่างๆ คือ วิชาประวัติศาสตร์พิมพ์ หนังสือ และห้องสมุดประเภทของห้องสมุดและการบริหาร บรรณานุกรม การทำบัตรรายการและการจัดหมู่หนังสือและหนังสือตัวเขียนและภาษาโบราณของตุรกี ส่วนวิชาเสริมนั้นประกอบด้วยวิชาบังคับ (Compulsory auxiliaries) และวิชาเลือก Elective auxiliaires)

วิชาบังคับเสริมได้แก่ภาษาเปอร์เซีย ภาษาอาหรับ และจิตวิทยา นักศึกษาทุกคนในคณะอักษรศาสตร์จะต้องเรียนวิชาบังคับพื้นฐาน วิชาประวัติศาสตร์การปฏิบัติของตุรกี ภาษาตะวันตก 1 ภาษา นอกจากนี้จะต้องเลือกวิชาบังคับเสริมอีก 1 วิชา คือภาษาเปอร์เซีย ภาษาอาหรับ หรือจิตวิทยา ให้จบภายใน 4 ภาคการศึกษา และจะต้องผ่านการสอบวิชาดังกล่าวจึงจะมีสิทธิเข้าเรียนต่อในวิชาแกนได้ในภาคการศึกษาที่ 5

สำหรับวิชาเลือกนั้น นักศึกษาอาจเลือกเรียนได้จากวิชาที่เปิดสอนในคณะของตนหรือเลือกจากคณะอื่นๆ ก็ได้ ระหว่างเวลา 12 ปี คือตั้งแต่ปี ค.ศ. 1958-1970 มีผู้สำเร็จการศึกษาวิชาบรรณารักษศาสตร์รวมทั้งสิ้น 365 คน เป็นหญิง 239 คน เป็นชาย 126 คน

อิมิลี ดีน (Emily Dean) ผู้อำนวยการห้องสมุดอเมริกันในประเทศตุรกี ได้สนับสนุนและทำให้เกิดความตื่นตัวในอาชีพบรรณารักษ์โดยจัดตั้งรางวัลชื่อ อิมิลี ดีน ขึ้นสำหรับมอบให้แก่ผู้เขียนวิทยานิพนธ์ดีเด่น 3 ฉบับ เป็นประจำทุกปี

มหาวิทยาลัยที่เปิดสอนวิชาบรรณารักษศาสตร์อีกแห่งในประเทศตุรกี คือมหาวิทยาลัยอิสตันบูล ได้เปิดสอนวิชาบรรณารักษศาสตร์ขึ้นเมื่อปี ค.ศ. 1963-1964 โดยบรรณารักษ์ที่มีชื่อเสียงชาวเยอรมนีชื่อ ดร. ยูคอฟฟ์ (Dr. Juchoff) เป็นหัวหน้าภาควิชาบรรณารักษศาสตร์ ที่มหาวิทยาลัยแห่งนี้มีนักศึกษาที่เรียนวิชาบรรณารักษศาสตร์ราว 30-40 คน ผู้สำเร็จการศึกษาจะได้รับวุฒิปดียบเทียบเท่าปริญญาตรี และประกาศนียบัตรวิชาบรรณารักษศาสตร์

มหาวิทยาลัยอิสตันบูล จัดเนื้อหาวิชาบรรณารักษศาสตร์ให้เรียนเป็นภาคการศึกษา
ดังนี้

ภาคการศึกษาแรกและภาคการศึกษาหลัง นักศึกษาจะต้องเรียนวิชาบรรณารักษศาสตร์เบื้องต้น ประวัติของหนังสือและการพิมพ์ บัตรรายการหนังสือ และบรรณานุกรมทั่วไป

ภาคการศึกษาที่ 2 ถึงภาคการศึกษาที่ 4 นักศึกษาจะต้องเรียนวิชาการเลือกหนังสือ และวัสดุอุปกรณ์ห้องสมุด การจัดหมู่หนังสือ บรรณานุกรมเฉพาะวิชา และวารสาร

ภาคการศึกษาที่ 5 และ 6 นักศึกษาจะต้องเรียนวิชาบรรณานุกรมเฉพาะวิชาการทำบัตรรายการหนังสือ ประวัติของสถาบันทางวิทยาศาสตร์ และวารสาร นอกจากวิชาดังกล่าวแล้ว นักศึกษาที่เรียนตั้งแต่ภาคการศึกษาแรกถึงภาคการศึกษาที่ 6 จะต้องเรียนวิชาภาษาตุรกีโบราณอีกสัปดาห์ละ 4 ชั่วโมง และจะต้องเลือกเรียนภาษาตะวันตกซึ่งเป็นวิชาบังคับอีก 1 วิชาด้วย สำหรับวิชาภาษาตะวันตกนั้นจะต้องเรียนให้จบภายในภาคการศึกษาที่ 6

เมื่อเร็วๆ นี้มหาวิทยาลัยเฮคเคเทเป และมหาวิทยาลัยแองการา (The University of Hacettepe and the University of Ankara) ได้เปิดสอนวิชาบรรณารักษศาสตร์ระดับปริญญาโทขึ้น นอกจากมหาวิทยาลัยดังกล่าว ยังมีวิทยาลัยครูกาซี (Gazi Training College for Teacher) เปิดสอนวิชาบรรณารักษศาสตร์ด้วยเหมือนกัน เนื้อหาวิชาบรรณารักษศาสตร์ที่วิทยาลัยครูกาซีจัดสอนได้แก่ ประวัติห้องสมุดวิชาบรรณารักษศาสตร์ การศึกษาระบบต่างๆ ห้องสมุดโรงเรียน ห้องสมุดประชาชนสมัยใหม่ การจัดหมู่หนังสือแบบดิวอี้ และสถิติค้นคว้าในห้องสมุด เป็นต้น แต่เป็นที่น่าเสียดายอย่างยิ่งที่วิทยาลัยครูกาซีได้เลิกทำการสอนวิชาบรรณารักษศาสตร์เสียแล้ว

การศึกษาระดับอื่น ๆ

ตั้งแต่ปี ค.ศ. 1925 เป็นต้นมา วิชาบรรณารักษศาสตร์หลักสูตรระยะสั้นได้เปิดสอนขึ้นตามสถานที่ต่าง ๆ เรื่อยมา เช่น หลักสูตรระยะสั้นสำหรับภาคฤดูร้อนซึ่งจัดโดย กระทรวงศึกษาธิการ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อช่วยเหลือเจ้าหน้าที่ห้องสมุดระดับต่าง ๆ ให้ได้รับความรู้ในวิชาบรรณารักษศาสตร์ นอกจากนี้หอสมุดแห่งชาติยังได้จัดหลักสูตรพิเศษขึ้นอีก โดยใช้เจ้าหน้าที่ที่มีวุฒิทางวิชาบรรณารักษศาสตร์เป็นผู้สอนและให้การอบรมในระยะเวลา 2 สัปดาห์ ถึง 2 เดือน เป็นต้น

สำหรับคุณสมบัติของผู้ที่จะสมัครเข้ารับการศึกษาและอบรมตามหลักสูตรในระยะเวลาสั้นนั้น จะต้องมีความรู้ตั้งแต่ระดับประกาศนียบัตรประโยคมัธยมศึกษา จนกระทั่งถึงระดับปริญญาตรี หลักสูตรระยะสั้นที่เปิดสอนตามสถาบันต่าง ๆ นั้นก็เพื่อวัตถุประสงค์ที่จะยกสถานภาพของบรรณารักษ์ และวิชาบรรณารักษศาสตร์ ให้เป็นวิชาชีพที่มั่นคง ซึ่งปัจจุบันอาชีพบรรณารักษ์ และวิชาบรรณารักษศาสตร์ยังไม่เป็นที่ยอมรับอย่างกว้างขวางในประเทศตุรกี.

มหาวิทยาลัยขอนแก่น

กฎของโบด

Bode' & Law

พหล จิตติยศรา

บทคัดย่อ

แต่เดิมดาวเคราะห์ในระบบสุริยะมีการเคลื่อนที่ไปรอบดวงอาทิตย์บนเส้นทางโคจรที่เป็นวงรี โดยมีดวงอาทิตย์อยู่ที่จุดโฟกัสจุดหนึ่ง ส่วนจุดโฟกัสอีกจุดหนึ่งที่เหลือ เป็นจุดโฟกัสที่ว่างเปล่า (Free Focus) ทั้งนี้เป็นไปตามกฎการเคลื่อนที่ของดาวเคราะห์ข้อที่ 1 โดยเคปเลอร์ สำหรับระยะทางเฉลี่ยของดาวเคราะห์ใดๆ จากดวงอาทิตย์หรือที่เรียกว่า Mean Distance ทราบได้จากค่าเฉลี่ยของระยะทางใกล้สุดและระยะทางไกลสุดที่ดาวเคราะห์อยู่ห่างจากดวงอาทิตย์ ซึ่งค่าดังกล่าวนี้คือ ระยะทางครึ่งแกนยาวของวงทางโคจรซึ่งเป็นวงรีของดาวเคราะห์นั่นเอง ในปี พ.ศ. 2315 โจฮัน เอเลต โบด (Johann Elert Bode) ผู้อำนวยการหอคุตวานครเบอร์ลิน ได้ลองไตร่ตรองดูว่าระยะทางเฉลี่ยของดาวเคราะห์ทั้ง 5 ดวง อันได้แก่ ดาวพุธ, ดาวศุกร์, ดาวอังคาร, ดาวพฤหัสบดี และ ดาวเสาร์ จากดวงอาทิตย์ ซึ่งเป็นที่รู้จักกันดีในสมัยนั้น น่าจะมีกฎเกณฑ์อันหนึ่งที่ควบคุมเป็นแน่นอน และในที่สุดเขาก็พบว่า มีกฎที่ควบคุมอยู่จริง เขาจึงได้เสนอกฎดังกล่าวขึ้นมา และต่อมาจึงเป็นที่รู้จักแพร่หลายกันดีในนามกฎของโบด บางคนก็เรียกว่ากฎของโบดและไทเทียส (Bode Titius rule) ทั้งนี้เพราะโจแฮนเนส ไทเทียส (Johannas Titius) ศาสตราจารย์วิชาคณิตศาสตร์ แห่งวิทเทนเบิร์ก (Wittenberg) เป็นผู้พบ

เมื่อปี พ.ศ. 2309 ก่อนหน้าโบต 6-7 ปี โบตได้คิดกฎขึ้นมาโดยยึดเอาเลขอนุกรมทางเรขาคณิตเป็นหลัก สำหรับเลขอนุกรมดังกล่าวนี้ตัวที่หนึ่งเป็น 0 ตัวที่สองเป็น 3, ต่อจากนั้นคูณด้วย 2 ตามแบบอนุกรมทางเรขาคณิตก็จะได้อนุกรม 0, 3, 6, 12, 24, 48, 96, 192, 384..... จากนั้นเมื่อเอาเลข 4 บวกกับเลขแต่ละตัวในอนุกรมแล้วหารด้วย 10 ผลลัพธ์ที่ได้จะเป็นตัวเลขชุดหนึ่งซึ่งสอดคล้องกันหรือใกล้เคียงกับระยะจากดวงอาทิตย์มายังดาวเคราะห์ 5 ดวง ที่มนุษย์ค้นพบในขณะนั้น โดยคิดหน่วยเป็น A.U. (หน่วยดาราศาสตร์โดยที่ 1 A.U. = 149.6 ล้านกิโลเมตร = 93 ล้านไมล์) สำหรับกฎของโบต อาจพูดเป็นกฎสั้นๆ ได้ว่าถ้าเอาเลข 4 บวกเข้ากับเลขในอนุกรมทางเรขาคณิต 0, 3, 6, 12, 24, 48, 96, 192, 384.... แล้วเอา 10 หารผลบวกนั้นจะได้ตัวเลขชุดหนึ่งเป็นระยะทางเฉลี่ยจากดวงอาทิตย์มายังดาวเคราะห์ต่างๆ ซึ่งจากชุดข้อมูลที่ได้อีก ถ้ามาลองวิเคราะห์ก็จะพบว่ามาจากสูตร $d_n = 0.4 + 0.3 (2)^n$ นั่นเอง ในเมื่อ n มีค่าคงที่สำหรับดาวเคราะห์แต่ละดวง ส่วน d_n เป็นระยะทางเฉลี่ยของดาวเคราะห์จากดวงอาทิตย์ซึ่งสอดคล้องกับค่า n ต่าง ๆ กัน สำหรับเลขอนุกรมของโบต และระยะทางเฉลี่ยที่แท้จริงของดาวเคราะห์ทั้งหลายจากดวงอาทิตย์ แสดงให้เห็นในตารางต่อไปนี้

ดาวเคราะห์	เลขอนุกรมของโบต	+ 4	÷ 10	ค่าที่สอดคล้อง ในสูตร	ระยะทางที่แท้จริง (A.U.)
พุธ	0	4	.4	$n = \infty$	.39
ศุกร์	3	7	.7	$n = 0$	.72
โลก	6	10	1.0	$n = 1$	1.00
อังคาร	12	16	1.6	$n = 2$	1.52
ดาวเคราะห์น้อย	24	28	2.8	$n = 3$	2.80
พฤหัสบดี	48	52	5.2	$n = 4$	5.20
เสาร์	96	100	10.0	$n = 5$	9.54
ยูเรนัส	192	196	19.6	$n = 6$	19.19
เนปจูน	384	388	38.8	$n = 7$	30.08
พลูโต	768	772	77.2	$n = 8$	39.46

ก่อนหน้าทีโบทจะคิดกฎขึ้นได้ในปี พ.ศ. 2315 นั้น ยังไม่มีใครค้นพบ ดาวยูเรนัส ดาวเนปจูน, ดาวพลูโต และดาวเคราะห์น้อยของดวงอาทิตย์เลย จากการที่โบทค้นพบกฎดังกล่าวขึ้น^{๕๕}มา จึงนำทางไปสู่การค้นพบดาวยูเรนัสในปี พ.ศ. 2324 โดยนักดาราศาสตร์ชาวอังกฤษชื่อ เซอร์ วิลเลียม เฮอร์เชล (Sir William Herschel) ซึ่งพบว่าระยะห่างจริง ๆ ของดาวยูเรนัสจากดวงอาทิตย์นั้นใกล้เคียงกับที่กฎของโบทได้ทำนายไว้ หลังจากที่โบทได้เสนอกฎของเขาขึ้น^{๕๖}มาแล้ว นักดาราศาสตร์ส่วนใหญ่มีความเชื่อมั่นว่า กฎดังกล่าว^{๕๗}นั้นใช้ได้ และมีความเห็นว่าควรจะมีดาวเคราะห์ดวงหนึ่งที่ระยะทางประมาณ 2.80 หน่วยดาราศาสตร์ตามกฎของโบท และเพื่อเร่งค้นหาดาวเคราะห์ดังกล่าว จึงได้มีการแบ่งของสัตว์ (Zodiac) ออกเป็น 24 บริเวณ โดยแต่ละบริเวณ (1 ใน 24) ถูกกำหนดให้นักดาราศาสตร์ (ในกลุ่มที่ได้รับการแต่งตั้ง^{๕๘}ขึ้นมาให้ทำหน้าที่ค้นหา) รับผิดชอบโดยเฉพาะ และแล้วประมาณวันที่ 1 ม.ค. ปี พ.ศ. 2344 นักดาราศาสตร์ 1 คน ในจำนวนดังกล่าว ซึ่งเป็นนักดาราศาสตร์ชาวอิตาลีเลียนชื่อ กิอุเซปเปอียัสซี (Giuseppe Piazzi) ก็ได้ค้นพบวัตถุคล้ายดาวดวงหนึ่งปรากฏแปลกปลอมเข้ามาให้เห็นในหมู่ดาวทอรัส (Taurus) มีความสว่างเทียบได้กับดาวที่มีมก^{๕๙}นี้จุประมาณ 8 และในคืนต่อ ๆ ไปพบว่าตำแหน่งของมันเปลี่ยนไปเรื่อย ๆ ทางทิศตะวันตก ในตอนแรกนั้นเขาเข้าใจผิดคิดว่าได้ค้นพบดาวหางดวงใหม่ซึ่งยังไม่ปรากฏส่วนหัวและหางให้เห็น ครั้นต่อมาในวันที่ 14 ม.ค. ปีเดียวกัน^{๖๐}นี้ สิ่งที่แปลกปลอมดังกล่าวหยุดเคลื่อนที่ไปทางทิศตะวันตกและเริ่มเคลื่อนที่ไปทางทิศตะวันออกผ่านดาวฤกษ์ต่าง ๆ หลังจากทีปียัสซี ได้ค้นพบสิ่งที่สงสัยจะเป็นดาวหางแล้ว ก็ได้รายงานการค้นพบ^{๖๑}นี้ไปยังโบทซึ่งได้รับ จ.ม. ต่อมาในวันที่ 20 มี.ค. สำหรับโบทเองคิดว่าสิ่งที่ปียัสซีค้นพบ^{๖๒}นี้อาจเป็นดาวเคราะห์ที่ขาดหายไป แต่เนื่องจากในขณะนั้นดาวเคราะห์ใหม่ที่เพิ่งค้นพบมีตำแหน่งอยู่ใกล้ดวงอาทิตย์มากจึงยากที่จะตรวจสอบได้ จำเป็นต้องรอให้ดาวเคราะห์มีตำแหน่งหลังจากคอนจังก์ชัน (Conjunction) สำหรับในช่วงเวลาแห่งการรอคอยนี้ นักดาราศาสตร์ก็ได้มีการคำนวณเพื่อหาทางโคจรของมันซึ่งการคำนวณ^{๖๓}นี้ได้รับความช่วยเหลือจากนักคณิตศาสตร์ชื่อเกาส์ (Gauss) และแล้วประมาณปลายเดือน พ.ย. ปี พ.ศ. 2344 ซึ่งเป็นคืนวันที่ท้องฟ้าปลอดโปร่ง วอน แซค (Von Zach) ก็ได้ค้นพบเทพีฟากฟ้าดังกล่าวในกลุ่มดาวหญิงพรหมจารี^{๖๔} มีตำแหน่งใกล้เคียงกับที่เกาส์ได้ทำนายไว้มาก และในคืนต่อมา โอลเบอร์ (Olbers) ก็ได้พบวัตถุ^{๖๕}เช่นกัน สำหรับคืนวันที่ โอลเบอร์ ได้ค้นพบนั้นนับเป็นเวลา 1 ปีเต็มพอดี หลังจากทีปียัสซี ได้พบครั้งแรก^{๖๖} หลังจากทีปียัสซีก็ได้เสนอให้มีการตั้งชื่อดาวเคราะห์น้อยที่ค้นพบ^{๖๗}นี้ว่า ซีรีส (Ceres)

ซึ่งเป็นชื่อเทพธิดาองค์หนึ่งซึ่งมีหน้าที่คุ้มครองประเทศซิซิลี (Sicily) สำหรับระยะทางของดาวเคราะห์น้อยซีรีส จากดวงอาทิตย์พบว่ามีความยาวประมาณ 2.8 เท่าของระยะทางจากโลกถึงดวงอาทิตย์ จึงสอดคล้องกับกฎของโบท จึงไม่เป็นที่น่าสงสัยว่าคือดาวเคราะห์น้อยที่ขาดหายไปนั่นเอง หลังจากที่มีการค้นพบดาวเคราะห์น้อยซีรีส แล้วต่อมาในเดือน มี.ค. ปีพ.ศ. 2345 โอลเบออร์ ก็ได้พบเทหวัตถุปรากฏคล้ายดาวฤกษ์อีกดวงหนึ่งปรากฏเคลื่อนที่ผ่านดาวฤกษ์ต่าง ๆ สำหรับเกาส์เอง ก็ได้พบวัตถุดังกล่าวนี้เช่นกัน สำหรับเทหวัตถุที่ค้นพบใหม่นี้มีการเคลื่อนที่อยู่ระหว่างดาวอังคารและดาวพฤหัสบดี โดยมีระยะห่างจากดวงอาทิตย์เท่ากับดาวเคราะห์น้อยซีรีส หลังจากนั้นได้มีการตั้งชื่อดาวเคราะห์น้อยที่ค้นพบนี้ว่าพัลลัส (Pallas) ต่อมาในปี พ.ศ. 2347 และ 2350 ก็ได้มีการค้นพบดาวเคราะห์น้อยดวงที่ 3 และ 4 และได้ตั้งชื่อให้แก่นับว่าจูโน (Juno) และ เวสตา (Vesta) ตามลำดับ สำหรับการตั้งชื่อดาวเคราะห์น้อยนั้น นอกจากจะตั้งชื่อตามเทพเจ้าหรือเทพธิดาอันเป็นที่เคารพสักการะแล้ว อาจตั้งชื่อตามดอกไม้ชนิดต่าง ๆ หรือชื่อเมืองหรือหมู่บ้านหรือประชาชนหรือสุนัขที่เลี้ยงหรือชื่อผลไม้หรือของหวานที่โปรดปราน เป็นต้น และเป็นที่น่าสังเกตว่าการตั้งชื่อดาวเคราะห์น้อยนั้นจะลงท้ายด้วย ia ตัวอย่างดาวเคราะห์น้อยที่ใช้หลักในการตั้งชื่อดังกล่าวมามีดังนี้ Piazzia, Washingtonia, Hooveria, Rockefelleria เป็นต้น หลังจากที่ได้มีการค้นพบดาวเคราะห์น้อย จูโน และ เวสตา แล้วก็นับว่าเป็นเวลานานหลายปีทีเดียวที่ไม่มีการค้นพบดาวเคราะห์น้อยอีกเลย จวบจนกระทั่งปี พ.ศ. 2388 ถึง พ.ศ. 2433 จึงได้มีการค้นพบดาวเคราะห์น้อยอีก 300 ดวง นอกเหนือจากกฎของโบทจะช่วยให้มีการค้นพบดาวยูเรนัสและดาวเคราะห์น้อยต่าง ๆ อีกจำนวนมากแล้ว การค้นพบดาวเนปจูนและพลูโตก็ไม่อาจหนีพ้นได้เช่นกัน กล่าวคือ ในปี พ.ศ. 2389 และ 2473 เออร์แบง เลอแวกร์เรียร์ (Urbain Leverrier) นักดาราศาสตร์ชาวฝรั่งเศส และ ไคลด์ ตัมบอ (Clyde W. Tombaugh) นักดาราศาสตร์ชาวอเมริกัน ก็ได้ค้นพบดาวเนปจูนและพลูโต ตามลำดับ ดังนั้นจากที่ได้กล่าวมาในข้างต้นจะเห็นว่ากฎของโบทได้สร้างคุณประโยชน์ไว้มหาศาลต่อวงการดาราศาสตร์ เพราะแม้จะไม่สามารถบอกระยะห่างของดาวเคราะห์บางดวงจากดวงอาทิตย์ได้อย่างถูกต้องก็ตาม ดังกรณีของดาวเสาร์, ยูเรนัส, เนปจูนและพลูโต ก็นับว่ากฎของโบทได้มีส่วนช่วยปูทางให้มีการค้นพบดาวเคราะห์อีก 3 ดวง ซึ่งยังไม่ทราบกันในขณะนั้น อันได้แก่ ดาวยูเรนัส, เนปจูนและพลูโต นอกจากนี้ยังช่วยให้มีการค้นพบดาวเคราะห์น้อยอีกจำนวนมากมาย.

สารประกอบสกัดจากพรรณไม้ตระกูล Euphorbiaceae สามารถรักษามะเร็งในเลือด

Antileukemic Principles Isolated from Euphorbiaceae Plants

สมพงศ์ จันทรโพธิ์ศรี*

บทคัดย่อ

พรรณไม้ที่มนุษย์ใช้กันแพร่หลายในการนำไปเยียวยาโรคมะเร็งได้แก่ *Euphorbia esula* L. และ *Croton tiglium* L. พรรณไม้ทั้งสองชนิดอยู่ในตระกูล Euphorbiaceae สารซึ่งสกัดได้จากพรรณไม้^๕นี้แสดงคุณสมบัติในการรักษามะเร็งในเลือดของหนู เมื่อนำเอาสารที่สกัดได้จาก *Euphorbia esula* L. มาแยกโดยวิธีการแยกลำดับส่วนจะได้สาร diterpenoid diester ชนิดใหม่ สารนั้นคือ ingenol 3,20-dibenzoate มีคุณสมบัติเฉพาะในการรักษามะเร็งในเลือด โดยวิธีการสกัดและแยกลำดับส่วนของสารที่ได้จาก *croton oil* สามารถแยกสาร phorbol 12-tiglate 13-decanoate สารนี้มีคุณสมบัติเช่นเดียวกันในการรักษาโรคมะเร็ง

จากเอกสารต่าง ๆ ในหลายประเทศพบว่า ได้นำพรรณไม้ตระกูล Euphorbiaceae มาใช้ในการรักษาโรคมะเร็ง เนืองอก และหูต ตั้งแต่สมัย Hippocrates (ประมาณพุทธศักราช 400) ผู้เขียนได้แปลและเรียบเรียงมาจากวารสาร Science ฉบับเดือนกุมภาพันธ์ ค.ศ. 1976 หน้า 571-572 ในวารสารนั้นได้รายงานเกี่ยวกับวิธีการแยกสาร และคุณลักษณะของสารว่า สามารถรักษามะเร็งในเลือดได้ สารที่กล่าวถึงนี้สกัดได้จาก *Euphorbia esula* L. และ *Croton tiglium* L. พรรณไม้ทั้งสองชนิดนี้อยู่ในตระกูล Euphorbiaceae และมนุษย์ได้นำมาใช้เป็นสมุนไพรรักษาโรคกันอย่างแพร่หลาย

* ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สมพงศ์ จันทรโพธิ์ศรี วท.บ. (เคมี) M.S. (organic), Ph.D. (organic)
หัวหน้าภาควิชาเคมี, รองคณบดี คณะวิทยาศาสตร์-อักษรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

จากการค้นคว้าและวิจัย สารที่สกัดได้จากพืชชั้นสูงซึ่งมีคุณสมบัติในการยับยั้งเนื้องอกนั้น พบว่าในการใช้แอลกอฮอล์ค่อน้ำในอัตราส่วน 95 : 5 สามารถสกัดสารที่มีคุณสมบัติในการยับยั้งมะเร็งในกล้ามเนื้อ มะเร็งในปอด และมะเร็งในเลือด ได้จากพรรณไม้ *Euphorbia esula* L. เมื่อนำเอาสารที่สกัดได้ไปแยกเป็นลำดับส่วน จะได้สาร **diterpene diester** ชนิดใหม่ มีชื่อว่า **ingenol dibenzoate (1)** (ดูสูตรโครงสร้างตามหมายเลข) จากการทดสอบพบว่าสารใหม่นี้มีคุณสมบัติเฉพาะในการต่อต้านมะเร็งในเลือดเมื่อใช้สารนี้ปริมาณ 130 ถึง 360 ไมโครกรัม ค่อน้ำหนักร่างกายหนึ่งกิโลกรัม ในการแยกลำดับส่วนเพื่อให้ได้สารใหม่นี้ สามารถแยก **ingenol dibenzoate (1)** ได้ 0.0002 เปอร์เซ็นต์ ค่อน้ำหนักของพรรณไม้ที่นำมาสกัด วิธีการแยกกระทำโดยชั้นแรกนำเอาสารที่สกัดได้ จากการใช้แอลกอฮอล์ไปแยกโดยวิธี **chloroform-water partition** สารที่ต้องการจะถูกสกัดอยู่ในชั้นของ **Chloroform** จากนั้นนำเอาสารที่ได้ผ่านไปยัง **silic AR CC-7** ใน **column chromatography** แล้วตามด้วยการแยกโดยวิธี **TLC** บน **Chrom AR** สารที่แยกออกมาได้จะมีลักษณะคล้ายยางเหนียว มีค่า **specific optical rotation, $[\alpha]_D^{28} +268^\circ$** (ความเข้มข้น 0.0026 ในสารละลายแอลกอฮอล์) **High resolution mass spectrometry** แจ้งให้ทราบว่า **ingenol dibenzoate** มีสูตรเคมีเป็น $C_{34}H_{36}O_7$ และเป็น **diterpene diester**

เพราะว่า

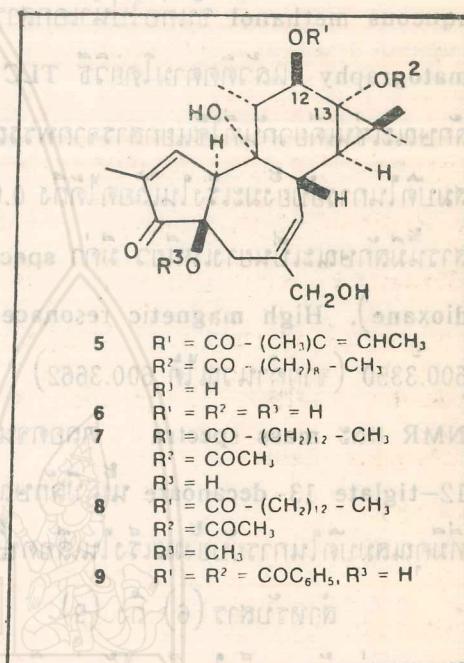
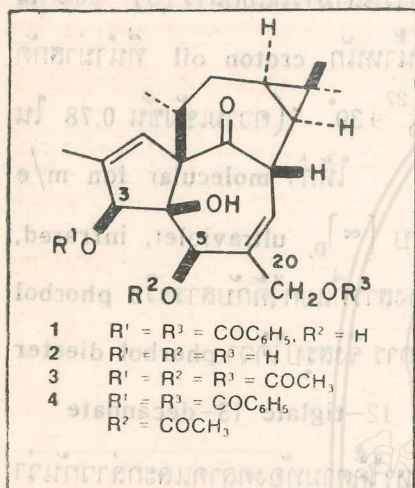
1) เมื่อนำเอาไป **methanolysis** จะให้ **tetracyclic diterpene ingenol** ซึ่งมีสูตรโครงสร้างเป็นตัวที่ (2) (ดูโครงสร้างข้างล่าง) ทั้งนี้โดยการเปรียบเทียบ **spectra** ของ **tetracyclic diterpene ingenol** ของจริงกับสารที่ได้จาก **methanolysis** ลักษณะของ **spectra** เหมือนกันทุกอย่าง

2) เมื่อเอาสารที่ได้จาก **methanolysis** ไปทำ **acetylation** จะให้ **triacetate $C_{26}H_{34}O_8$** (ดูสูตรโครงสร้างของสารตัวที่ 3) สารที่ได้นี้มีจุดหลอมเหลว 195 ถึง 197 องศาเซลเซียสซึ่งตรงกับจุดหลอมเหลวของ **ingenol triacetate**

3) **NMR spectrum** เป็นลักษณะชนิด A_2B_2X ให้ค่า τ 2.3 แสดงว่ามี **benzoate group** อยู่สอง group

4) **mass spectrum** ให้ **strong peak** ที่ m/e 105 เหตุผลขั้นต่อไปว่าสาร

ingenol dibenzoate จะต้องมีสูตรโครงสร้างเป็นตัวที่ (1) โดยที่มี benzoate group สอง group จับอยู่ตรงตำแหน่ง C-3 และ C-20 เพราะว่า NMR spectrum ของ ingenol dibenzoate ให้ค่า H-3 และ H₂-20 ที่ lower magnetic field ซึ่งเป็นค่าที่ต่ำกว่า spectrum ของ ingenol นอกจากนั้น spectrum ของ monoacetate (4) ที่ได้จาก acetylation สารตัวที่ (1) ให้ค่า H-5 ที่ τ 4.42 จากหลักฐานดังกล่าวบ่งชี้ว่า diterpene diester เป็น ingenol 1,20-dibenzoate (1)



จากความสำเร็จในการสกัดพรรณไม้ *E. esula* ได้สารใหม่ ingenol dibenzoate (1) ซึ่งมีคุณสมบัติเด่นเฉพาะในการรักษาโรคมะเร็งในเลือด ทำให้เกิดการกระตุ้นผู้ทำการวิจัยเรื่องนี้ ดำเนินการค้นคว้าต่อไป โดยทำการสกัดสารออกจากพรรณไม้ *Croton tiglium* L. ส่วนของพรรณไม้ที่นำมาสกัดเป็น croton oil ที่ได้จากเมล็ด พรรณไม้ชนิดนี้มีถิ่นฐานเดิมแถวเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ และสารที่สกัดได้เป็นพวก diterpenoid esters สารนี้กล่าวกันว่าสามารถยับยั้งมะเร็งในเลือดของหนูได้ จากวิธีการแยกโดยลำดับส่วน ทำให้สามารถแยกสาร phorbol diester

ออกมาได้ phorbol diester ซึ่งมีคุณสมบัติในการยับยั้งมะเร็งในเลือดของหนู เมื่อใช้สารนี้ประมาณ 60 ถึง 250 ไมโครกรัมต่อน้ำหนักของร่างกายหนึ่งกิโลกรัม phorbol diester นี้คือ phorbol 12-tiglate 13-decanoate (5)

(จากเหตุผลข้างล่าง)

วิธีการแยกให้ได้สาร (5) โดยวิธีลำดับส่วนนั้น เริ่มจากวิธี solvent partition ใช้ 10 เปอร์เซ็นต์ของ aqueous methanol และ Skellysolve B สารที่ต้องการจะอยู่ในชั้นของ aqueous methanol ขึ้นต่อไปนำเอาสารที่ได้ผ่านไปยัง silic AR CC-7 ใน column chromatography แล้วติดตามโดยวิธี TLC แล high-pressure liquid chromatography ในลักษณะเช่นเดียวกันที่ใช้แยกสารจากพรรณไม้ E. esula วิธีการนี้สามารถแยกสาร (5) ซึ่งมีคุณสมบัติในการยับยั้งมะเร็งในเลือดได้ถึง 0.048 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนัก croton oil ที่นำมาสกัด สารนี้มีลักษณะเป็นยางเหนียว มีค่า specific rotation $[\alpha]_D^{27} + 39^\circ$ (ความเข้มข้น 0.78 ใน dioxane). High magnetic resonance mass spectrum ให้ค่า molecular ion m/e 600.3350 (จากคำนวณได้ 600.3662) จากการเปรียบเทียบ $[\alpha]_D$, ultraviolet, infrared, NMR และ mass spectra ตลอดจนคุณสมบัติต่าง ๆ ของสารที่แยกได้กับสารจริง phorbol 12-tiglate 13-decanoate นั้น มีลักษณะเหมือนกันทุกประการ จึงสรุปได้ว่า phorbol diester ที่มีคุณสมบัติในการยับยั้งมะเร็งในเลือดนั้น คือสาร phorbol 12-tiglate 13-decanoate

สำหรับสาร (6) ถึง (9) สารเหล่านี้สามารถหาได้ตามท้องตลาดและกล่าวกันว่าสามารถต่อต้านมะเร็งในเลือดได้เช่นเดียวกัน จากการทดลองเพื่อเปรียบเทียบคุณสมบัติของสารเหล่านี้กับสาร (5) ว่ามีคุณสมบัติเช่นเดียวกันหรือไม่ พบว่าสาร (5) เท่านั้นที่มีคุณสมบัติต่อต้านมะเร็งในเลือด นอกจากพรรณไม้ในตระกูล Euphorbiaceae แล้ว ผู้ทำการวิจัยเรื่องนี้ยังได้สกัดสารจากพรรณไม้ในตระกูล Thymelaeaceae หลายชนิดด้วยกัน และพบว่าสารที่สกัดได้เป็นพวก diterpenoid esters พวก esters เหล่านี้มีคุณสมบัติคล้ายกับสารใหม่ที่สกัดได้จากพรรณไม้ในตระกูล Euphorbiaceae ผู้ทำการวิจัยมีความเห็นว่าจะเป็นเรื่องน่าสนใจอีกเรื่องหนึ่งในการศึกษาถึงสูตรโครงสร้างต่าง ๆ ของ diterpenoid ที่มีคุณสมบัติเฉพาะในการรักษามะเร็งในเลือด.

ความหมายของคำ Approach, Method และ Technique กับการสอนภาษา

Approach, Method, Technique and Language Teaching

วันทนีย์ ปกรโณดม*

มีบุคคลไม่มากนักที่เข้าใจเกี่ยวกับความหมายของคำว่า Approach Method และ Technique และสามารถนำมาใช้ในการศึกษาค้นคว้าเพื่อให้การเรียนการสอนภาษามีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น คำ Approach ซึ่งภาษาไทยหมายถึง **วิถีทางเข้า** Method หมายถึง **ระเบียบวิธี** และ Technique ใช้คำว่า **กลวิธี** คำทั้งสามนี้มักจะพบเสมอในตำราสอนภาษาและภาษาศาสตร์ทั่วไป จึงน่าจะมาทำความเข้าใจกับคำเหล่านี้ เพื่อใช้เป็นแนวทางในการศึกษาค้นคว้าต่อไป คำที่มักจะพบบ่อยๆ เช่น Linguistic approach (วิถีทางภาษาศาสตร์) Oral approach (วิถีทางพูด) Translation method (ระเบียบวิธีแปล) Direct method (ระเบียบวิธีตรง) Pattern practice Technique (กลวิธีฝึกกระบวน) เป็นต้น

Approach (วิถีทางเข้า) คือข้อสรุปเกี่ยวกับธรรมชาติของภาษา approach นี้เป็นความจริงซึ่งไม่จำเป็นต้องพิสูจน์ การใช้ Approach คือ การเริ่มในการทำกิจอย่างใดอย่างหนึ่ง ยกตัวอย่างของ approach ที่ใช้ในการสอนภาษา เช่น Aural-oral approach (วิถีทางฟัง-พูด) ครูที่ใช้ approach นี้จะใช้ข้อสรุปในด้านภาษาศาสตร์เป็นแนวทางในการสอนสาระสำคัญของข้อสรุปทางภาษาศาสตร์ที่กล่าวข้างต้นมีดังนี้

1. ภาษาประกอบด้วยเสียงและความหมาย
2. ภาษาแต่ละภาษามีโครงสร้างต่างกัน
3. โครงสร้างเหล่านี้สามารถนำมาแจกแจงอย่างเป็นระบบได้

จากข้อสรุปนี้ผู้สอนภาษาได้นำมาเป็นแนวทางในการสอนโดยยึดหลักต่อไปนี้

1. สอนฟัง-พูด ก่อน สอนอ่าน-เขียน
2. สอนอ่าน ก่อน สอนเขียน

* อาจารย์วันทนีย์ ปกรโณดม M.A. (Linguistic) ภาควิชาภาษาอังกฤษ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

3. จากลักษณะของภาษาที่ว่า

3.1 ภาษาเป็นนิสัย

3.2 นิสัยเกิดจากการกระทำซ้ำแล้วซ้ำเล่า

3.3 ดังนั้นการสอนภาษาจึงต้องสอนซ้ำๆ โดยใช้ method (ระเบียบวิธี) อันใดอันหนึ่ง

4. ให้เปรียบเทียบโครงสร้างของภาษาผู้เรียนและภาษาที่เรียน เพื่อหาข้อคล้ายคลึงและแตกต่างเพื่อนำมาสอน

ส่วนคำว่า Method (ระเบียบวิธี) เป็นวิธีการปฏิบัติ กล่าวคือ การวางหลักวิธีการสอนทั้งหมด และหลักการที่วางไว้จะต้องไม่ขัดกับ approach ที่ผู้สอนได้เลือกไว้แล้ว ใน approach หนึ่งผู้สอนอาจจะใช้ Method หลายอย่าง

สิ่งที่สำคัญที่จะกำหนดว่าจะใช้ Method ใด คือวัตถุประสงค์ของการสอน (Objective) เช่น ผู้สอนต้องการจะเน้นด้านการอ่าน การพูดหรือเพิ่มทักษะในด้านการแปล เป็นต้น อย่างไรก็ตาม Method ที่เลือกไว้อาจจะเปลี่ยนแปลงได้ สาเหตุนี้อาจเกิดจากธรรมชาติของภาษาที่สอน พื้นฐานทางวัฒนธรรม อายุและประสบการณ์ของผู้เรียน ซึ่งผู้สอนก็จำเป็นที่จะต้องเลือกใช้ Method ใหม่ ปกติในการเขียนตำราเพื่อใช้ในการสอนภาษาผู้เขียนมักจะกำหนด Method ไว้ และพยายามเขียนอยู่ในขอบเขตของ Method นั้น

ขอยกตัวอย่างของการเลือก Method ที่ไม่ขัดกับ Approach ที่วางไว้ เช่น การสอนพูด ครูผู้สอนเลือกใช้ Aural-oral approach (วิธีทางฟัง-พูด) และใช้ Mimic-memorize method (Mim-mem) (ระเบียบวิธีเลียนแบบ-จำ) ทั้ง Approach และ Method นี้มีจุดมุ่งหมายเหมือนกันคือมุ่งให้ผู้เรียนพูดได้และฝึกทักษะในด้านการฟัง

คำสุดท้ายที่จะกล่าวถึงคือ Technique (กลวิธี) คำๆ นี้เรามักจะใช้ทับศัพท์และไม่ค่อยมีปัญหาในด้านความเข้าใจ Technique นี้นับเป็นศิลปะซึ่งขึ้นอยู่กับกาลเทศะและบุคคล เป็นสิ่งที่ใช้เสริมในการสอนเพื่อให้บรรลุถึงวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้โดยฉับพลัน Technique ในแต่ละ Method จะต้องเหมือนกันและ Technique จะต้องเข้ากันได้สนิทกับ Approach ที่เลือกไว้ ด้วยตัวอย่างของการใช้ Technique ในการสอนการออกเสียงโฆษะ (voiced) ครูอาจจะให้เด็กทำเสียงคล้ายผึ้งร้องและใช้มือจับที่ลำคอเพื่อเรียนรู้ถึงการสั่นสะเทือนของหลอดเสียงก่อน หาก

ผู้เรียนยังทำไม่ได้ก็อาจจะใช้ภาพแสดงส่วนประกอบของอวัยวะในปาก และชี้ให้ผู้เรียนเห็นว่า การออกเสียงโฆษะนั้นอวัยวะส่วนใดทำหน้าที่บ้าง

Technique ที่เห็นง่าย ๆ คือเครื่องบันทึกเสียงหรือหีบเสียงในห้องปฏิบัติการภาษา เครื่องมือเหล่านี้สร้างขึ้นเพื่อช่วยให้การสอนมีประสิทธิภาพ แต่ประสิทธิภาพของการสอนนี้ไม่ได้ขึ้นอยู่กับจำนวนที่นั่งในห้องปฏิบัติการภาษา ขึ้นอยู่กับการเลือก Method และ Approach ที่เหมาะสม หากจะเปรียบเทียบห้องปฏิบัติการภาษากับคำทั้งสามคำที่กล่าวมาแล้วคือ Approach Method และ Technique ก็จะเป็นดังนี้ Technique คืออุปกรณ์ในห้องปฏิบัติการ approach คือหลักของการเพิ่มขึ้นตอนในการสอนและ Method คือโปรแกรมที่ใช้.

เอกสารอ้างอิง

1. Allen B. Harold, **Teaching English as a Second Language**, Mcgraw-Hill Book Company, 1965.
2. Croft Kenneth, **Reading on English as a Second Language**, Winthrop Publishers, Inc. Combridge, Massachusetts, 1972.

มหาวิทยาลัยขอนแก่น

อุตสาหกรรมที่เกษตรกรไทยต้องการ

Agricultural Products for Industries

วีระพงษ์ โพธิ์เมือง*

หลังสงครามโลกครั้งที่แล้ว ญี่ปุ่นแทบจะไม่มีอะไรเหลือ ไม่มีอาหารการกิน เสื้อผ้าต้องแบ่งกันใช้ ผู้หญิงต้องขายตัว เมียเช่าต้องเต็มไปหมด แต่ 30 ปีผ่านมา ญี่ปุ่นกลับเป็นมหาเศรษฐี มีทุกอย่างครอบครองตลาดไทยและทั่วโลก เรามีนักเศรษฐกิจ นักการเงิน วิศวกร นักวิทยาศาสตร์และนักวิชาการสาขาต่าง ๆ แทบจะเดินหลีกกันไม่พ้น แต่เรากลับต้องเสียเปรียบดุลการค้าญี่ปุ่นอย่างน่าใจหาย เรามีวัตถุดิบอีกมากที่จะกอบกู้ตัวเอง ถ้าเราทำจริงและเสียสละวัตถุดิบที่จะเป็นเงินเป็นทองเข้าประเทศในอนาคตมีอะไรบ้าง ขอเชิญท่านติดตามบทความต่อไปนี้

เราลองมาช่วยกันพิจารณาประเทศเกษตรกรรมทั้งหลายรอบๆ บ้านเราดูบ้าง เช่น พม่า มาเลเซีย, เขมร, ลาว, ญวน, ฟิลิปปินส์ มีประเทศใดร่ำรวยบ้าง ที่นี้ลองหันไปดูประเทศอุตสาหกรรมบ้าง เช่น เยอรมัน, ฝรั่งเศส, อเมริกา และญี่ปุ่น ล้วนแต่ร่ำรวยเป็นเศรษฐิกันทั้งนั้น ที่ให้เปรียบเทียบได้หมายความว่าให้เราเลิกสักรรรมแล้วหันไปทำอุตสาหกรรมแบบเขาทันทีทันใด แต่ต้องการให้คนไทยทุกคนช่วยกันดัดแปลงแก้ไข ช่วยกันพัฒนาอุตสาหกรรมด้านต่างๆ ที่ใช้ผลิตผลเกษตรเป็นวัตถุดิบ ความจริงอุตสาหกรรมที่ใช้ผลิตผลจากเกษตรเป็นวัตถุดิบได้เริ่มในประเทศไทยตั้งแต่หลังสงครามโลกครั้งที่สองเป็นต้นมา

เป็นที่น่าเสียดายที่ว่าการดำเนินงานเป็นไปอย่างเชื่องช้ามาก เมื่อคิดเข้าข้างตนเองว่าประเทศไทยมิได้แพ้สงคราม และไม่ได้เสียหายหรือถูกทำลายมากมายนัก ส่วนประเทศญี่ปุ่นเป็นประเทศแพ้สงคราม เมืองฮิโรชิมา, เมืองนางาซากิ ถูกระเบิดปรมาณูทำลายจนราบเรียบ เมืองสำคัญอื่น ๆ เช่น โตเกียว ก็ถูกถูระเบิดเผาผลาญ ทำให้โรงงานอุตสาหกรรม อาคารบ้านเรือนพังพินาศเสียหายอย่างหนัก ประชาชนชาวญี่ปุ่นต้องประสบชะตากรรมอย่างน่าสงสารโดยทั่วไปอยู่ในสภาพอดอยากยากจน เสื้อผ้าก็ต้องแบ่งกันใช้ อาหารก็ไม่มีใครพอรับประทาน ผู้

* รองศาสตราจารย์ ดร. วีระพงษ์ โพธิ์เมือง วท.บ. (เคมี) พม., M.Sc., Ph.D. (org.) ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์-อักษรศาสตร์

หญิงต้องขายตัวกิน ยังจำกันได้ว่าสมัยสงครามเกาหลี ทหารไปรบเกาหลีชอบไปพักนอนญี่ปุ่น เพราะว่าหาเมียเช่าเมียชั่วคราวง่าย และราคาก็ถูก แต่ปัจจุบันหาไม่ได้ เพราะว่าเศรษฐกิจของเขาคือ ทุกคนมีรายได้ดี

หลังจากญี่ปุ่นประกาศยอมแพ้สงคราม เมื่อวันที่ 14 สิงหาคม พ.ศ. 2488 ญี่ปุ่นต้องขอซื้อข้าวสารและอาหารต่างๆ จากประเทศไทย แต่นำแปลกใหม่ ข้าวเวลาไม่ถึง 30 ปี ญี่ปุ่นส่งข้าวสารและอาหารสำเร็จรูปต่างๆ ออกขายแข่งกับประเทศไทย นอกจากนั้นญี่ปุ่นยังส่งเสื้อผ้า, เครื่องไฟฟ้า, รถยนต์, เรือสินค้า, เรือบรรทุกน้ำมันไปขายยังประเทศต่างๆ ทั่วโลก ญี่ปุ่นกลายเป็นมหาเศรษฐกิจของโลก ประเทศไทยซึ่งอุดมสมบูรณ์ด้วยทรัพยากรธรรมชาติต้องเสียคุณค่ากับญี่ปุ่นปีละ ห้า-หกพันล้านบาท ที่กล่าวแล้วทั้งหมดต้องการเพียงให้เห็นเป็นตัวอย่างแต่มีต้องการให้ตามกันเขาอย่างไม่ลืมหูลืมตา

ถึงเวลาแล้วที่เราจะต้องแก้ไขตัวของเราเอง เพราะว่าเรามีนักเศรษฐศาสตร์ เรามีวิศวกรและนักวิชาการสาขาต่างๆ จบปริญญาตรี, โท, เอก จากเกือบทุกประเทศทั่วโลกเป็นที่ทราบกันดีว่าการส่งวัตถุดิบทางเกษตรไปจำหน่ายยังต่างประเทศมีอุปสรรคนานาประการ ประการแรกต้องส่งปริมาณมาก ได้เงินตราเข้ามาน้อย การขนส่งลำบาก การควบคุมคุณภาพก็ยากมาก นอกจากคุณภาพของวัตถุดิบเองจะเปลี่ยนแปลงหรือเกิดเสื่อมคุณภาพไปในระหว่างเดินทางแล้วยังเปิดโอกาสให้พ่อค้า (สัญญาติเงิน) ปลอมปนสิ่งต่างๆ ลงไป ทำให้เสียชื่อประเทศชาติ

อุตสาหกรรมที่ใช้ผลิตผลจากเกษตรกรรมที่ได้ดำเนินไปแล้ว ได้แก่

อุตสาหกรรมน้ำมันพืช วัตถุดิบที่ใช้ได้แก่ รำข้าว, ถั่วเหลือง, เมล็ดฝ้าย, เมล็ดนุ่น เมล็ดดอกทานตะวัน

อุตสาหกรรมยาง ยางใช้กับรถต่างๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งก็ยางรถยนต์, ยางใช้กับเครื่องบิน วัตถุดิบก็มียางดิบจากภาคใต้ หรือจากภาคตะวันออก แต่เป็นที่น่าเสียใจที่โรงงานผลิตยางรถยนต์ต่างๆ ไม่ได้ใช้ยางดิบของเราทั้ง 100% แต่เขาส่งยางเทียมจากประเทศแม่ของเขาเข้ามาใช้ถึงเกือบ 50% รัฐบาลควรให้โรงงานต่างๆ ใช้ยางดิบมากกว่าที่เป็นอยู่

อุตสาหกรรมผลิตน้ำตาลทราย วัตถุดิบในบ้านเราใช้อ้อยอย่างเดียว

อุตสาหกรรมผลิตยาสูบ วัตถุดิบก็ได้แก่ ใบยาสูบ วัสดุที่ปรุงแต่งกลิ่นรส และตัวยา

เคมีที่ทำให้เย็นเช่น เมนทอล เราควรจะไปลงทุนไปยาสูบอื่นโรงงานทั้ง 100% แต่ความจริงเรา
ต้องส่งไปยาจากนอกมาปีละ 300-400 ล้านบาททุกปี

อุตสาหกรรมทอผ้า ปัจจุบันผ้าที่ใช้ฝ้าย 100% ไม่นิยมกัน ส่วนใหญ่ใช้เส้นใยสัง
เคราะห์ผสมฝ้าย ในอัตราส่วน เส้นใยสังเคราะห์ต่อฝ้ายเท่ากับ 65:35 และผ้าที่ใช้ 35% ส่วนใหญ่
ก็เป็นผ้าที่ส่งเข้ามาจากนอก เรื่องนี้ได้ทราบว่ามีหน่วยงานที่เกี่ยวข้องกำลังแก้ไขอยู่

อุตสาหกรรมทอกระสอบ วัตถุดิบได้แก่ ปอ พวกรูปแก้ว ปอกระเจา

อุตสาหกรรมอาหารกระป๋อง วัตถุดิบก็ได้แก่ ผลไม้ต่างๆ เช่น สับปะรด กล้วย ไข่
ฝรั่ง ลำไย เงาะ ลิ้นจี่ พุดทรา องุ่น ลูกท้อ แห้ว และส้มต่างๆ

นอกจากที่กล่าวแล้ว เมื่อเราควรจะได้มีอุตสาหกรรมจากพืชชนิดอื่น ๆ อีกหลาย
ชนิดที่ปลูกง่ายขยายพันธุ์ง่าย เจริญเติบโตเร็ว บางชนิดมีขึ้นเองในป่า บางชนิดอาจจะนำเอามา
จากประเทศเพื่อนบ้าน เอามาขยายพันธุ์ได้ง่ายๆ เช่น

อุตสาหกรรมน้ำมันหอมจากธรรมชาติ วัตถุดิบที่ใช้ได้แก่พืชมีกลิ่นหอมต่างๆ จะเป็น
ดอกมีกลิ่นหอม ใบมีกลิ่นหอม เปลือกมีกลิ่นหอม แก่นมีกลิ่นหอม ยางมีกลิ่นหอม หรือรากมี
กลิ่นหอมก็ได้ พวกดอกมีกลิ่นหอม น้ำมันจากดอกกระดังงา, ดอกจำปา, ดอกช่อนกลิ่น เป็นที่
ต้องการของตลาดโลก พวกใบมีกลิ่นหอม น้ำมันจากโหระพา ในตลาดโลกลิตรละประมาณ
500 บาท (ห้าร้อยบาท) น้ำมันมินต์ราคาประมาณลิตรละ 300 บาท (สามร้อยบาท) น้ำมันจาก
ตะไคร้ (ตะไคร้ใส่ตั้มยำ) ลิตรละ 100 บาท (หนึ่งร้อยบาท) น้ำมันจากตะไคร้หอมลิตรละ 60
บาท (หกสิบบาท) นอกจากนี้มีน้ำมันจากหัวไพล น้ำมันจากใบกระเพรา น้ำมันจากผิวมะกรูด ก็
มีต่างชาติสนใจ

เมื่อพูดถึงอุตสาหกรรมน้ำมันหอม ทำให้คิดถึงกำยาน เราเคยส่งกำยานไปขายใน
ตลาดโลกจนมีชื่อเสียงที่นิยมของอุตสาหกรรมเครื่องหอม แต่ขณะนี้ไม่มีขายในตลาดโลก กำยาน
เป็นยางไม้ได้จากต้นกำยาน มีขึ้นเองในป่าทางภาคอีสาน, ป่าทางเหนือ และป่าในประเทศลาว
ลาวส่งกำยานมาทางหนองคาย มากรุงเทพมหานคร ทั่วโลกรู้จักกำยานว่า เบ็นโซอินไซแอม
กำยานมีประโยชน์ใช้ทำน้ำอบไทย ใช้ดับกลิ่นแอลกอฮอล์ และบ้านนอกใช้เผาในพิธีสวดศพ
เพื่อดับกลิ่นศพ ขณะนี้มีกำยานขายในกรุงเทพฯ เล็กน้อย มีราคาแพงมาก กรมป่าไม้ น่าจะสืบ

หาพันธุ์และทำการปลูกทำการขยายพันธุ์ไว้สัก 100 ไร่ คนไทยรุ่นลูกรุ่นหลานจะได้กรีดเอายาง (ก่ายาน) ไปขายได้สบาย

อุตสาหกรรมจากเครื่องเทศ มีเครื่องเทศหลายชนิดปลูกได้ในบ้านของเรา เช่น กานพลู, กระวาน, เว่า, อบเชย และพริกไทย เครื่องเทศเหล่านี้เป็นที่ต้องการของตลาดโลก ทั้งตัวเครื่องเทศเอง และน้ำมันที่สกัดได้ เช่น มีน้ำมันกานพลู, น้ำมันกระวาน, น้ำมันเว่า, น้ำมันจากเปลือกอบเชย, น้ำมันจากใบอบเชย เป็นต้น เครื่องเทศเหล่านี้มีโอกาที่จะทำเงินให้ประเทศได้มากถ้าได้มีการสนับสนุนผู้ปลูก ช่วยหาพันธุ์ดี ๆ ให้ชาวไร่ เพราะว่ามีตลาดคอยต้อนรับแล้ว ชาวไร่กระวาน-ชาวไร่เว่า เต็มใจเพราะพ่อค้าไปซื้อให้ราคาต่ำมาก ขณะนี้ในท้องตลาดกรุงเทพมหานคร ลูกกระวานราคากิโลกรัมละ 40 บาท เว่ากิโลกรัมละ 55 บาท อบเชยก็ขายได้ทั้งเปลือก ทั้งใบ และน้ำมันของมันก็ได้

นอกจากที่กล่าวแล้ว บ้านเราสามารถปลูกกระเทียมได้อย่างดี ฤดูกระเทียมทางภาคเหนือเหลือกิโลกรัมละหนึ่งบาท ในตลาดโลกเขาต้องการกระเทียมผง, กระเทียมผงผสมเกลือ และน้ำมันกระเทียม (การ์ลิก เพาเดอร์, การ์ลิก สอล์ท และ การ์ลิก ออยล์) ถ้ามีโรงงานเปลี่ยนกระเทียมเป็นกระเทียมผง, กระเทียมผงผสมเกลือ และน้ำมันกระเทียม โรงงานนี้จะช่วยแก้ปัญหาเศรษฐกิจและปัญหาสังคมของชาวไร่ ชาวเขาได้มากที่สุด

อุตสาหกรรมต่าง ๆ ที่กล่าวมาทั้งหมด เชื่อแน่ว่าจะเป็นอุตสาหกรรมที่เกษตรกรไทยต้องการอย่างยิ่ง.

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

มนุษย์ต่างดาว

ชาว เหมือนวงศ์*

บทคัดย่อ

โดยการพิจารณาค่าโมเมนตัมเชิงมุม (Angular Momentum) ของดาวฤกษ์ต่าง ๆ ทำให้สรุปได้ว่าควรจะมีมนุษย์ในพิภพอื่นหรือไม่

ปัญหาทางดาราศาสตร์ข้อหนึ่งที่เร้าใจความสนใจจากบุคคลทั่วไปคือ ปัญหาที่ว่าเราเป็นมนุษย์เพียงพวกเดียวในจักรวาลนี้หรือไม่ หรือว่ายังมีมนุษย์อื่นอาศัยอยู่ในระบบของดวงดาวซึ่งมีอยู่มากมายบนท้องฟ้าอีก

ในที่นี้เราจะตอบปัญหานี้โดยอาศัยหลักวิชาและข้อมูลทาง ดาราศาสตร์ เท่าที่มี อยู่ในปัจจุบัน

ความคิดเรื่องมนุษย์พิภพอื่นนั้นได้รับการพัฒนามาจากหลักการที่ว่าสิ่งมีชีวิตทั้งหลายย่อมประกอบด้วยสารอินทรีย์เคมี การที่ดาวเคราะห์ดวงอื่นในระบบสุริยะต่างก็มีสารเช่นว่านเหมือนกันก็น่าจะมีสิ่งที่มีชีวิตอาศัยอยู่ได้ และน่าจะเป็นไปได้ที่จะมีวิวัฒนาการขึ้นเป็นมนุษย์อย่างเรา มีความเจริญทางวิชาการไม่น้อยหรืออาจจะมากกว่าโลกของเรา และนั่นคือที่มาแห่งนิยายวิทยาศาสตร์ทั้งหลายที่กล่าวถึงมนุษย์พิภพอื่นบุกล้อมมนุษย์โดยใช้ยานบินเป็นพาหนะ และที่ชื่นชอบกันมากคือมนุษย์จากดาวอังคาร การณ์ปรากฏว่าเมื่อสหรัฐได้ส่งยานอวกาศลงบนผิวของดาวดวงนั้นนอกเหนือจากไม่ได้พบมนุษย์แล้วแม้แต่สิ่งมีชีวิตชั้นต่ำอื่น ๆ ก็ยังไม่มีหลักฐานที่ยืนยันได้แน่นอนว่ามีอยู่จริง ดังนั้นความหวังที่จะมีมนุษย์ในพิภพอื่นที่เป็นบริวารของดวงอาทิตย์จึงแทบจะไม่มีเลยเพราะดาวอังคารซึ่งเชื่อว่าเป็นดาวเคราะห์ที่มีโอกาสจะมีมนุษย์หรือแม้แต่สิ่งมีชีวิต

* อาจารย์ ดร.ชาว เหมือนวงศ์ วท.บ. (เกียรตินิยม) ฟิสิกส์, จุฬาฯ, M.Sc. (Astronomy), D.Phil. (Astronomy), F.R.A.S. (Fellow of the Royal Astronomical Society), หัวหน้าภาควิชาฟิสิกส์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

ชีวิตชั้นต่ำลงไปมากกว่าดาวเคราะห์ดวงอื่นก็ได้เป็นเช่นนั้น เราจึงพอจะสรุปได้ว่า ถ้าหากจะค้นหามนุษย์ในพิภพอื่นนอกเหนือจากเราแล้วควรที่จะหันความสนใจไปยังดาวฤกษ์ทั้งหลายซึ่งมีอยู่มากมายในจักรวาล

นักดาราศาสตร์ได้ค้นพบสารอินทรีย์เคมีจากส่วนต่างๆ ของจักรวาลโดยใช้เครื่องรับสัญญาณวิทยุ ทั้งนี้เพราะสารต่างๆ จะส่งคลื่นวิทยุด้วยความถี่เฉพาะตัวออกมาโดยการสั่นตัวของอนุที่เป็นองค์ประกอบเมื่อได้รับพลังงานเข้าไปหรือคายพลังงานออกสู่ภายนอก จากลักษณะของคลื่นวิทยุที่ได้รับและจากสมบัติของสัญญาณทำให้สามารถบอกได้ว่าสารที่เป็นต้นกำเนิดคืออะไร สารอินทรีย์เคมีที่พบกันทั่วไปคือฟอสฟอรัส ไฮโดรเจน นอกจากนั้นยังมี แอมโมเนีย และอนุพันธ์ไฮโดรคาร์บอนอีกทั้งยังได้พบธาตุอื่น ๆ อีกเช่น แคลเซียมและฟอสฟอรัส เป็นต้น สารต่างๆ เหล่านี้เป็นปัจจัยสำคัญในการสังเคราะห์สารอินทรีย์เคมีที่มีโครงสร้างซับซ้อน และเป็น องค์ประกอบสำคัญของสิ่งมีชีวิต คือ Ribonucleic Acid (RNA) และ Deoxyribonucleic Acid (DNA) ซึ่งเราพบอยู่ใน Chromosome ของเซลล์ ของสิ่งมีชีวิตทั้งในพืชและสัตว์ไม่ว่าจะเป็นชั้นต่ำหรือชั้นสูง DNA นั้นเราเชื่อกันว่ามันคือ “เจ้าชีวิต” เพราะ DNA จะเป็นผู้บ่งการพันธุกรรมที่จะถ่ายทอดไปยังลูกหลานของสิ่งมีชีวิตนั้นๆ ส่วน RNA นั้นคือ “ผู้ประสานงาน” ระหว่าง DNA และส่วนประกอบต่างๆ ของเซลล์

อย่างไรก็ดีในการที่จะกล่าวว่าจะมีมนุษย์ต่างดาวหรือไม่นั้นขอให้เรามาร่วมกันพิจารณาในจำนวนดาวฤกษ์ทั้งหลายบนท้องฟ้าชั้น มีดาวฤกษ์อื่นดวงใดบ้างที่มีดาวเคราะห์โคจรรอบเป็นบริวารเหมือนดวงอาทิตย์ของเรา ทั้งนี้เพราะมนุษย์ก็คืสิ่งมีชีวิตอื่นทั้งหลายก็ต่างก็อาศัยดาวเคราะห์เป็นที่พำนักอาศัยรับเอาพลังงานความร้อนและแสงสว่างจากดาวฤกษ์ที่เป็น ประธาน ในระบบนั้นด้วยกัน ปัญหาการค้นคว้าหามนุษย์ต่างดาวจึงกลายเป็นการค้นหาดาวเคราะห์ของดาวฤกษ์ต่าง ๆ.

ในปี พ.ศ. 2506 นักดาราศาสตร์คนสำคัญชื่อ Peter Van De Kamp ได้ประกาศการค้นพบดาวเคราะห์ดวงหนึ่งเป็นบริวารของดาวฤกษ์ชื่อ Barnard star ซึ่งอยู่ห่างจากดวงอาทิตย์ไปเป็นระยะทางประมาณ 6 ปีแสงดาวเคราะห์ดวงนั้นมีมวลประมาณ 1.6 เท่าของดาวพฤหัสบดีโคจรรอบดาวบาร์นาร์ดโดยมีระยะเฉลี่ยประมาณ 4.4 เท่าระยะทางเฉลี่ยจากโลกถึงดวง

อาทิตย์และมีคาบเวลาของการโคจรหนึ่งรอบ 24 ปี หรืออีกนัยหนึ่งคือประมาณ 2 เท่าของดาวพฤหัสบดี เนื่องจากอุณหภูมิที่ผิวของดาวฤกษ์บาร์นาร์ดมีค่าเพียง 3100 องศาสัมบูรณ์ ดังนั้นเมื่อเทียบกับอุณหภูมิ 5800 องศาสัมบูรณ์ของดวงอาทิตย์จึงบอกได้ว่าอุณหภูมิในบรรยากาศของดาวเคราะห์ดวงนี้ไม่ควรจะสูงไปกว่าศูนย์องศาสัมบูรณ์เท่าใดนัก นั่นหมายความว่ามนุษย์ไม่ควรจะมีอยู่บนดาวดวงนี้ได้ เพราะสิ่งมีชีวิตไม่สามารถจะมีวิวัฒนาการจากสัตว์ชั้นต่ำขึ้นมาเป็นสัตว์ชั้นสูงได้ในสภาวะการณ์เช่นนี้ถึงแม้ว่าอาจจะมียิ่งมีชีวิตชั้นต่ำอยู่บ้างก็ตาม

ในการค้นพบดาวเคราะห์ของดาวบาร์นาร์ดนี้ Peter Van De Kamp นำโดยการถ่ายรูปดาวนั้นบนแผ่นกระจกโดยใช้กล้องดูดาว ชนิด แสง หักเห หน้า กล้อง 24 นิ้ว ของ หอ ดูดาว Sproul เพิ่มเติมจากกระจกถ่ายรูปที่ถ่ายสะสมกันมาตั้งแต่ยุคสงครามโลกครั้งที่ 1 โดยนักดาราศาสตร์รุ่นก่อนรวมกันได้ทั้งหมด 8,260 รูป จากนั้นจึงเอากระจกเหล่านั้นไปทำการวัดตำแหน่งของดาวบาร์นาร์ด แล้วคำนวณข้อมูลที่ได้จึงได้พบว่าดาวนี้มีอาการโคจรเป็นวงรี จากนั้นจึงสรุปจากการคำนวณได้ว่าควรมีดาวเคราะห์เป็นบริวารดาวดวงนี้แต่ไม่สามารถจะถ่ายรูป ตีพิมพ์ได้เพราะมีขนาดเล็กและมีคมมากแต่ก็สามารถคำนวณหามวลและขนาดของวงจรโคจรของมันได้ดังกล่าวมาแล้ว

จะเห็นได้ว่าการค้นหาดาวเคราะห์โดยวิธีถ่ายรูปดาวบนแผ่นกระจก แล้ววัด ตำแหน่งดาวเพื่อนำมาวิเคราะห์เช่นนี้ทำได้ยากมาก เพราะต้องใช้ข้อมูลจำนวนมากสำหรับดาวแต่ละดวง ข้อมูลเหล่านี้จะต้องเก็บสะสมกันมาตั้งแต่ในอดีตเพื่อที่จะให้ครอบคลุมระยะเวลาให้ยาวพอที่จะคำนวณหาคาบเวลาที่ดาวเคราะห์โคจรรอบดาวฤกษ์ดวงนั้น ถ้าแม้ว่าดาวดวงนี้มีดาวเคราะห์อยู่จริง ซึ่งค่าของเวลาโคจรรอบนั้นอาจจะเป็นเวลาใดก็ได้ตั้งแต่หนึ่งปี จนถึงพันปี จนกระทั่งมากกว่าร้อยปี ดังนั้นวิธีการเช่นนี้จึงไม่เหมาะสมจึงจำเป็นที่จะต้องค้นหาวิธีการอย่างอื่นที่มีประสิทธิภาพกว่านี้

เราเชื่อว่าดาวฤกษ์ทั้งหลายมีกำเนิดมาจากก๊าซที่มีอยู่ในจักรวาลรวมตัวกันอัดแน่นด้วยอำนาจของแรงดึงดูดซึ่งมีศูนย์กลางอยู่ ณ ตำแหน่งที่จะทำให้เกิดดาวหรือกลุ่มของดาวถ้ากลุ่มก๊าซนั้นมีขนาดใหญ่ การรวมตัวกันของก๊าซนั้นเกิดขึ้นเพราะมีกระแสคลื่นเพื่อยกยอทำหน้าที่จับก๊าซอิสระที่อยู่ในบริเวณนั้นให้ตกเข้าสู่ศูนย์กลางทำนองเดียวกันกับกระแสคลื่นน้ำวน ในการนี้

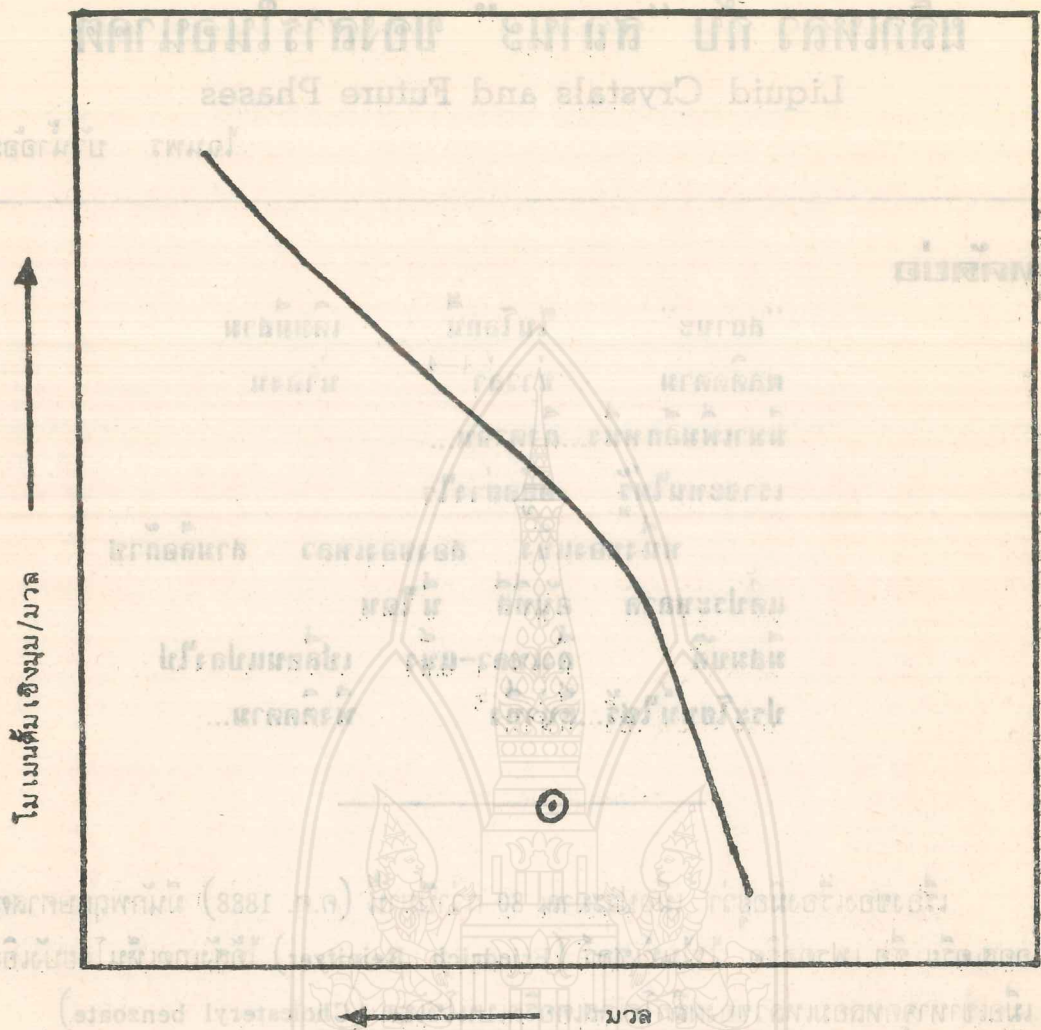
เมื่อกาซค่อยๆ อัดตัวกันจนมีขนาดเล็กลงก็จะต้องมีอาการหมุนวนเร็วยิ่งขึ้น ทั้งนี้เพราะหลักการทางวิชาฟิสิกส์ระบุว่าโมเมนตัมเชิงมุมของวัตถุเป็นปริมาณที่คงที่ ดังนั้นเมื่อรัศมีของกลุ่มกาซมีขนาดเล็กลงก็ย่อมทำให้กลุ่มกาซนั้นหมุนรอบตัวเองเร็วยิ่งขึ้น จนในที่สุดเมื่อกกลุ่มกาซนั้นอัดตัวแน่นจนมีความร้อนสูงพอที่จะจุระเบิดปฏิกิริยานิวเคลียร์ที่จุดศูนย์กลางได้ก็จะกลายเป็นดาวฤกษ์ส่องแสงสว่างและในขณะเดียวกันก็หมุนรอบตัวเองไปด้วย เช่นดวงอาทิตย์ของเราหมุนรอบตัวเองหนึ่งรอบในเวลา 25 วัน

ย่อมจะมีโอกาสเป็นไปได้ที่ว่าในขณะที่กำลังจะเป็นดาวอยู่นั้นมวลสาร ส่วน หนึ่ง ของกาซที่ได้อัดตัวกันแล้วได้แยกตัวออกมาจากส่วนใหญ่ ครั้นเมื่อกาซส่วนใหญ่ นั้นกลายเป็นดาวฤกษ์ กาซส่วนน้อยที่แยกออกนั้นก็กลายเป็นดาวเคราะห์โคจรเป็นบริวารรอบดาวฤกษ์นั้น ในการันหมายความว่าดาวฤกษ์ดวงแม่จะต้องสูญเสียโมเมนตัมเชิงมุมให้แก่ดาวเคราะห์เพื่อใช้ในการหมุนรอบตัวเองและใช้ในการโคจรรอบดาวฤกษ์ด้วย ปรากฏว่าในกรณีของดวงอาทิตย์นั้นดวงอาทิตย์ต้องเสียโมเมนตัมจำนวนมากให้แก่บรรดา ดาวเคราะห์ ใหญ่ น้อย ทั้ง หลาย ตลอดจน ดวงจันทร์ต่างๆ ที่เป็นสมาชิกของระบบสุริยะ กล่าวคือโมเมนตัมเชิงมุมที่เหลืออยู่ในดวงอาทิตย์มีค่าเพียงหนึ่งในสองร้อยของดาวเคราะห์ทั้งนี้เพราะดาวเคราะห์จำเป็นจะต้องใช้โมเมนตัมเชิงมุมเป็นจำนวนมากในการที่จะต้องโคจรรอบดวงอาทิตย์นั่นเอง

ในการค้นหาดาวเคราะห์วิธีใหม่เราจึงใช้หลักการที่ดาวฤกษ์ จะต้องเสีย โมเมน ตัมเชิงมุมให้แก่ดาวเคราะห์ถ้าหากมีดาวเคราะห์อยู่จริง นั่นก็คือเราทำการสำรวจดาวฤกษ์ทั้งหลายแล้วคำนวณหาโมเมนตัมเชิงมุมของแต่ละดวงเพื่อนำมาวิเคราะห์หาข้อสรุป การทั้งนี้กระทำได้โดยการถ่ายสเปกตรัมของดวงดาวแต่ละดวงเพียงหนึ่งเดียวโดยใช้กล้องชนิดสะท้อนแสง โดยเฉลี่ยแล้วคืนหนึ่งๆ จะถ่ายได้ประมาณ 30 ดวง จากนั้นเอาสเปกตรัมของดาวแต่ละดวงมาวัดความเร็วของการหมุนรอบตัวเองของดาวโดยใช้หลักว่าดาวที่หมุนเร็วจะทำให้เส้นของสเปกตรัมที่ถ่ายได้มีความหนากว่าดาวที่หมุนช้า แล้วนำเอาค่าความเร็วของการหมุนรอบตัวเองของดาวมาคำนวณหาโมเมนตัมเชิงมุมต่อหนึ่งหน่วยมวลสารของดาวแต่ละดวงอีกทีหนึ่ง การที่ใช้โมเมนตัมเชิงมุมต่อหนึ่งหน่วยมวลสารแทนโมเมนตัมเชิงมุมของทั้งหมดก็เพื่อที่จะได้ทำการ เปรียบ เทียบ กับ ดาวดวงอื่นที่มีมวลไม่เท่ากันได้นั่นเอง อนึ่ง สำหรับค่าของมวลและรัศมีของดาวซึ่งจำเป็นต้องใช้ในการวิเคราะห์นั้นสามารถจะหาได้ทันทีจากการดูลักษณะของสเปกตรัมของดาวเช่นกัน

ถ้าหากเราเขียนกราฟระหว่างค่าโมเมนต์เชิงมุมต่อหนึ่งหน่วยมวลสารของดาวในแกน
ตั้งและค่าของมวลสารของดาวนั้นในแกนราบจะได้เส้นกราฟดังในรูปที่แสดง เราจะพบสิ่งที่น่า
สนใจดังนี้ คือ ดาวทั้งหลายจะมีค่าโมเมนต์เชิงมุมต่อหนึ่งหน่วยมวลสูงยิ่งขึ้นถ้ามีมวลมากและ
เรียงตัวกันเป็นระเบียบบนเส้นโค้งนี้อย่างต่อเนื่องกันยกเว้นดวงอาทิตย์ของเราซึ่งอยู่ใต้เส้นโค้ง
นั้นหมายความว่าดวงอาทิตย์ของเรามีค่าโมเมนต์เชิงมุมน้อยกว่าดาวฤกษ์ ทั่ว หลาย บน ที่ยังฟ้า
เพราะอะไร เพราะว่าดวงอาทิตย์ได้สูญเสียโมเมนต์เชิงมุมนี้ให้แก่ดาวเคราะห์แต่ดาวฤกษ์ดวง
อื่นมิได้เสียให้แก่ใคร นั่นก็คือดาวฤกษ์ดวงอื่นไม่มีดาวเคราะห์ และนั่นหมายความว่าไม่มี
มนุษย์ต่างดาวมีแต่มนุษย์บนโลกนี้ของเราแห่งระบบสุริยะนี้เท่านั้น

ผู้เขียนต้องขอประทานโทษต่อท่านผู้อ่านที่ทำให้ท่านรู้สึกว้าวุ่น หวัง แต่ก็เป็นสิ่งที่ช่วย
ไม่ได้ อย่างไรก็ตามผู้เขียนก็ยังคิดว่าท่านผู้อ่านคงจะมีความปลื้มปิติขึ้นมาโดยพลันเมื่อได้ทราบ
ว่าเราเป็นมนุษย์เพียงพวกเดียวเท่านั้นที่เป็นเจ้าของจักรวาลในย่านนี้ อาจจะเป็นไปได้ที่ว่า
ข้อมูลที่ได้จากการศึกษามานี้ยังไม่สมบูรณ์พอเพราะบนท้องฟ้ามีดาวถึงหนึ่งแสนล้านดวง แต่
อย่างน้อยที่สุดเราก็ควรจะพบว่าในจำนวนข้อมูลที่มีอยู่นี้อย่างมากมายก่นาที่จะมีดาวฤกษ์ ดวง อื่น
บ้างนอกเหนือจากดาวบาร์นาร์ดที่มีอาการเหมือนดวงอาทิตย์ และแม้แต่ดาวบาร์นาร์ดเองถึง
แม้จะมีดาวเคราะห์แต่ก็เชื่อได้ว่าไม่ควรจะมีมนุษย์อยู่ได้ ดังนั้นท่านทั้งหลายจึงควรจะแสดง
ความยินดีกับตัวเองที่ได้เป็นมนุษย์ซึ่งยากนักจะเกิดขึ้นได้ เมื่อเป็นเช่นนี้ควรที่เราทั้งหลายจะได้
อยู่ร่วมกันด้วยความรักเพื่อจะได้ช่วยกันสร้างสรรค์จักรวาลของโลกของเราให้สมกับคุณค่าอัน สูงส่ง ที่
ได้ถือกำเนิดมาในจักรวาลและเป็นเจ้าของจักรวาลร่วมกัน.



รูปแสดงความสัมพันธ์ระหว่างโมเมนต์เชิงมุมต่อหน่วยมวลกับค่ามวลของดาวฤกษ์ต่าง ๆ ซึ่งแสดงด้วยเส้นโค้งเปรียบเทียบกับของดวงอาทิตย์ซึ่งแสดงด้วยวงกลมมีจุดตรงกลาง (ทางดาราศาสตร์นิยมเขียนมวลของดาวให้เพิ่มขึ้นไปทางซ้ายของแกนราบ)

ผลึกเหลว กับ “สถานะ” ของสารในอนาคต

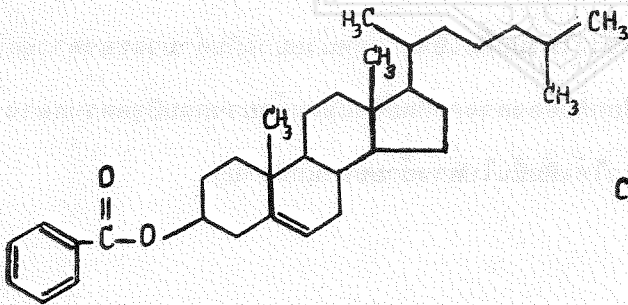
Liquid Crystals and Future Phases

ไฉนพร บัวน้ำอ้อม*

บทคัดย่อ

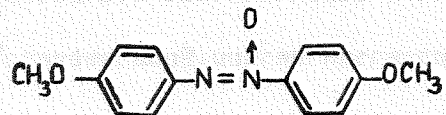
“สถานะ” ในโลกนี้ เดิมมีสาม
ผลติดตาม ขวาล้า¹⁻⁴ น้าจอน
มีมาเพิ่มอีกหนง...ถึงตาจน...
เราจะทนไม่ไหว อยู่อย่างไร
หนงของแบง สองของเหลว สามคอกาข
แต่ประหลาด อันตล น้ใจน
มีสมบัติ กิงเหลว-แข็ง เปลี่ยนแปลงไป
ประโยชน์ใช้ร...กนาทง⁵ พังติดตาม...

เรื่องของเรื่องมีอยู่ว่า เมื่อประมาณ 80 กว่าปีมานี้ (ค.ศ. 1888) มีนักพฤกษศาสตร์ชาวออสเตรีย ชื่อ เฟรดทริก ไรไนท์เซอร์ (Friedrich Reinitzer) ได้สังเกตเห็นโดยบังเอิญว่า เมื่อเขาหาจุดหลอมเหลวของผลึกโคเลสเตอริลเบนโซเอต (Cholesteryl benzoate) สูตรตามรูป (ก)



Cholesteryl benzoate

(ก)



p-Azoxyanisole

(ข)

รูปที่ 1

* อาจารย์ไฉนพร บัวน้ำอ้อม วท.บ. (เคมี) วท.ม. (ฟิสิกส์เคมี) ภาควิชาเคมี มหาวิทยาลัยขอนแก่น

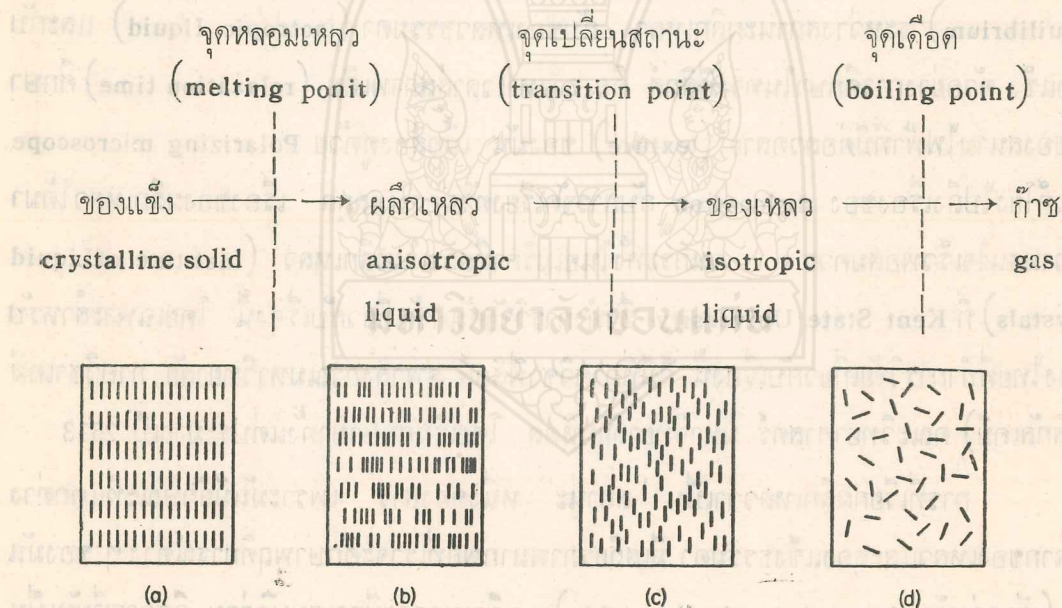
จะมีจุดเปลี่ยนแปลงอย่างเห็นได้ชัด 2 จุด คือ ที่ 145°C . เปลี่ยนจากของแข็งเป็นของเหลวขุ่น (cloudy liquid) และที่ 178°C . เปลี่ยนจากของเหลวขุ่น เป็นของเหลวใส ซึ่งในการเปลี่ยนแปลงนี้ เป็นไปในเวลาอันรวดเร็ว เหมือนกับการเปลี่ยนแปลงที่จุดหลอมเหลวของสารบริสุทธิ์ ตอนแรกเขายังสงสัยว่าสารจะไม่บริสุทธิ์ เขาก็พยายามทำให้สารนั้นบริสุทธิ์ ครังแล้วครังเล่า ยังให้ผลเหมือนเดิม แต่เขาก็กังให้คำอธิบายไม่ได้

ต่อมาในปี 1890 นักฟิสิกส์ชาวเยอรมัน ชื่อ เลห์แมน (Lehman) ได้สังเกตเห็นพฤติกรรมเช่นเดียวกันในสารประกอบชนิดอื่น เช่น พาราเอซอกซีแอนนิซอล (p-Azoxyanisole) ซึ่งมีสูตรโครงสร้างตามรูป (ข) เขาได้ตั้งชื่อสารที่มีพฤติกรรมดังกล่าวว่า “ผลึกเหลว (liquid crystal)” สารที่จะแสดงคุณสมบัติเช่นนี้เท่าที่ค้นพบ จะเป็นสารอินทรีย์ หรือสารอินทรีย์โลหะ (organometallic compounds) อย่างไรก็ตามการศึกษาเกี่ยวกับผลึกเหลวนั้น เพิ่งจะเริ่มกันอย่างจริงจัง ๆ จัง ๆ เมื่อช่วง 10 ปีที่แล้วมานี้เอง ผลึกเหลวได้รับความสนใจ และศึกษากันมาก ในทาง solid state physics และในทางเคมี ทางฟิสิกัลเคมี เช่น ศึกษาเกี่ยวกับสมดุล (equilibrium) ระหว่างสถานะผลึกเหลว กับของเหลวธรรมดา (isotropic liquid) และกับของแข็ง ตัวอย่างการศึกษาในทางฟิสิกส์ คือ การหาเวลาสู่สภาพเดิม (relaxation time) ศึกษาผลของสนามไฟฟ้าที่มีต่อลวดลาย (texture) ของมัน เมื่อส่องดูด้วย Polarizing microscope แล้วก็โยงไปถึงเรื่องของ dislocation กับการจัดเรียงตัวของโมเลกุล เรื่องของผลึกเหลวได้มาสู่ความสนใจเร็วพอสมควร จนกระทั่งในอเมริกามีสถาบันผลึกเหลว (Institute of Liquid Crystals) ที่ Kent State University ซึ่งทำการวิจัยค้นคว้าเกี่ยวกับเรื่องนี้ โดยเฉพาะสำหรับเมืองไทยที่ทำการวิจัยเกี่ยวกับเรื่องนี้ ก็มีที่ภาควิชาฟิสิกส์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ภาควิชาเคมี (ฟิสิกัลเคมี) คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล โดยเริ่มศึกษามาตั้งแต่ประมาณปี 2513

การที่เรียกผลึกเหลวว่าเป็น “สถานะ” หนึ่งของสาร เพราะมันมีลักษณะที่แตกต่างไปจากของเหลวและของแข็งธรรมดา มีเสถียรภาพมากพอที่เราจะศึกษาพฤติกรรมต่าง ๆ ของมันได้ (เรียกว่ามัน thermodynamically stable) ผลึกเหลวจะมีคุณสมบัติร่วม คือการที่มันเป็นหยด มีรูปทรงตามภาชนะ ไหลได้ ซึ่งเป็นลักษณะของของเหลว แต่การที่มันมีการจัดเรียงตัว

กันอย่างเป็นระเบียบ นั้นทำให้มันมีคุณสมบัติทางแสงคล้ายของแข็ง เช่นมีค่าการชนหักเหได้ 2 ค่า อย่างไรก็ตามความเป็นระเบียบอันนี้ก็น้อยกว่าของแข็ง

เราแบ่งผลึกเหลวออกเป็นสองพวกใหญ่ ๆ คือ พวกแรก **thermotropic liquid crystals** ซึ่งจะแสดงสถานะนี้ได้เมื่อมีการให้ความร้อนแก่สาร หรือทำให้สารเย็นตัวลง เป็นสารอินทรีย์เสียเกือบทั้งหมด จะเป็นสารอินทรีย์โลหะที่ประกอบด้วย โปรท (II) ก็มีบ้างแต่น้อย เช่น bis-(p-methylbenzal)-p,p-diaminomercurybiphenyl) อีกพวกหนึ่งคือ **Lyotropic liquid crystals** ซึ่งได้จากการผสมสารตั้งแต่ 2 ชนิด หรือมากกว่า 2 ชนิด เข้าด้วยกัน ตัวหนึ่งมักจะเป็นน้ำ และอีกตัวหนึ่งเป็นพวก amphiphile องค์ประกอบที่จะทำให้เกิดผลึกเหลวในภาวะเช่นนี้เปลี่ยนแปลงได้ เราขอพุ่งความสนใจมายัง **ผลึกเหลวจากการให้ความร้อน (thermotropic liquid crystals)** เพราะในปัจจุบันสามารถเอาไปประยุกต์ใช้ได้มาก ซึ่งคาดว่าจะนำเรื่องราวเกี่ยวกับประโยชน์ของผลึกเหลวมาเล่าสู่ท่านฟังในฉบับต่อไป ถ้าเราจะลำดับสถานะของสารประเภทนี้ จากอุณหภูมิต่ำไปหาสูง ก็จะได้ดังนี้:-



รูปที่ 2.

หมายเหตุ: 1 เส้นแทน 1 โมเลกุล

แบบจำลองตามรูป (3) นี้ J. D. Bernal (6) เป็นผู้เขียนขึ้น โดยให้ความหมายว่า
ตอนสารเป็นผลึกแข็ง โมเลกุลเรียงตัวในลักษณะที่รอบ ๆ แต่ละโมเลกุลจะมีโมเลกุลข้างเคียงอยู่
6 ตัว เมื่อได้รับความร้อน โมเลกุลจะเกิดการเคลื่อนที่ในลักษณะที่สามารถทำลายความเป็น
ระเบียบอย่างสม่ำเสมอภายในผลึก ขยายวงกว้างออกไปอย่างรวดเร็ว จนเกิดความไม่เป็นระเบียบ
ขึ้นทั้งก่อนของผลึก ผลึกเองก็มีความไม่เป็นระเบียบได้ แต่เมื่อถึงขอบเขตอันหนึ่งสารจะหลอม
เหลวทันที ซึ่งโมเลกุลรอบข้างที่ใกล้ที่สุดของแต่ละตัวจะน้อยกว่า 6 นั่นคือความเป็นระเบียบหมด
ไปอย่างสิ้นเชิง แต่ละโมเลกุลเคลื่อนที่อย่างเป็นอิสระได้ในทั้ง 3 มิติ.

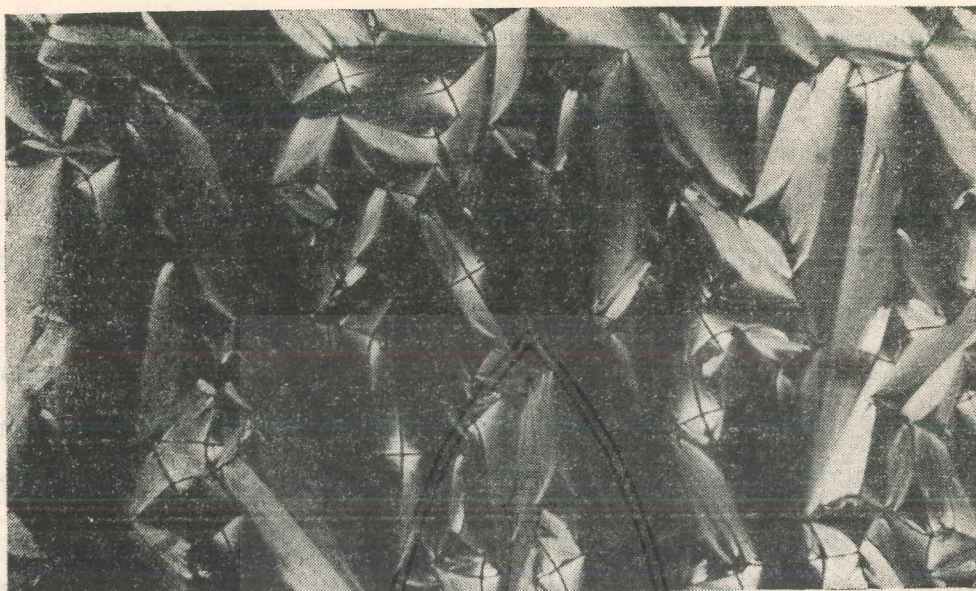
สารที่แสดงสถานะผลึกเหลว มีลักษณะของโมเลกุลอย่างไร?

พบว่า...สารที่แสดงสถานะดังกล่าวได้ มีลักษณะพิเศษดังนี้คือ:-

1. โมเลกุลยาว, ตรง ถ้าโมเลกุลแบน เช่นมี benzene ring อยู่ด้วยก็ยิ่งเพิ่มความ
สามารถในการเป็นผลึกเหลว
2. จะต้องมีความแข็งแรง (rigid) ตามแนวยาวของโมเลกุล เช่นมี double bond
ตามแนวนั้น
3. มีหมู่ที่เป็นขั้ว (dipole) อย่างแรง และมีหมู่ที่ถูกเหนี่ยวนำให้เกิดขั้วได้ง่าย
อยู่ด้วย ถ้าขั้วอยู่ในแนวยาวของโมเลกุลก็จะเพิ่มประสิทธิภาพในการเป็นผลึกเหลว

คุณลักษณะสำคัญข้างต้นนี้เอง ที่เอื้ออำนวยให้สารแสดงสถานะผลึกเหลวได้ โดย
แรงดึงดูดระหว่างโมเลกุลเป็นแบบ แรงวันเดอร์วาลส์ (van der waals force) ซึ่งมีหลาย
แบบเช่น แรงกระจายตัว (dispersion force) อันเกิดจากการเคลื่อนที่สัมพันธ์ผกผัน (corre-
late) กันของอิเล็กตรอนในโมเลกุล แรงแหวนขั้ว (dipole-dipole force) แรงเหนี่ยวนำ
(induction force) และ แรงผลึก (repulsive force) อันเนื่องจากการซ้อนทับกันของกลุ่ม
อิเล็กตรอนของโมเลกุล แรงที่มีอิทธิพลมากในการเกิดแรงดึงดูดทางด้านข้างที่ทำให้แนวยาว
ของโมเลกุลเรียงตัวขนานกันได้คือ แรงกระจายตัว

วิธีการง่าย ๆ ที่เราจะดูว่าสารที่สงสัยเป็นผลึกเหลวหรือไม่ คือเตรียมสารเป็นสไลด์
แบบสไลด์กล้องจุลทัศน์ โดยหลอมสารปริมาณเล็กน้อยบนสไลด์ แล้วปิดด้วย cover slip ทิ้ง
ไว้ให้เย็น แล้วนำไปวางไว้บนแผ่นของกล้องจุลทัศน์ที่มี polarizer และ analyzer และสามารถ
เพิ่มอนุภาคน้ำให้แกสไลด์ได้ เราจะสังเกตภายใต้การ cross polarizer ได้ดังตัวอย่างตามรูปที่ 4



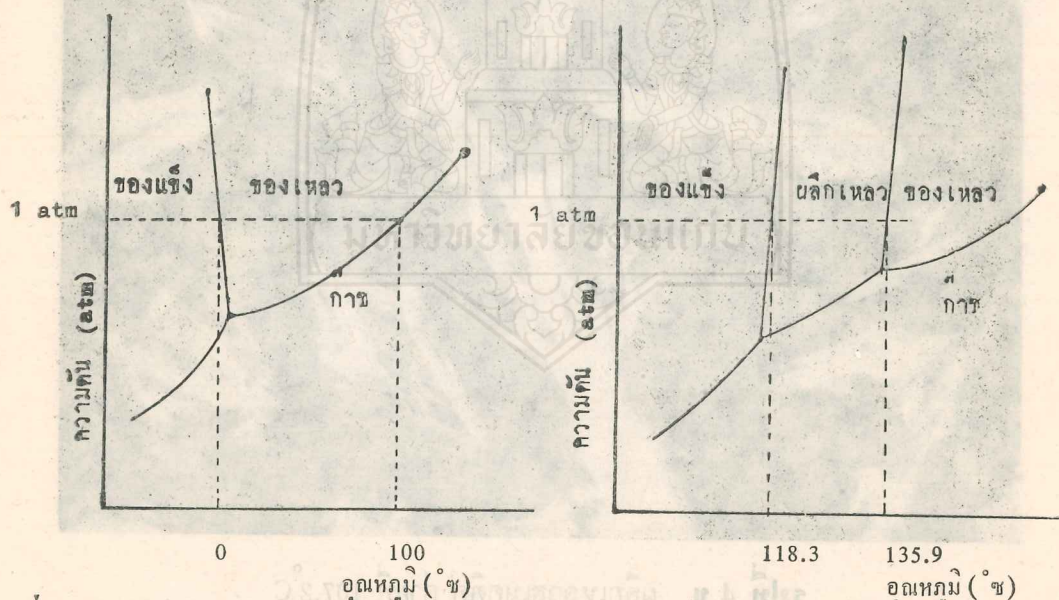
รูปที่ 4 ก. ผลึกเหลวสเมคติก ถ่ายที่ 75.1°C



รูปที่ 4 ข. ผลึกเหลวสเมคติก ถ่ายที่ 107.2°C

เราจะทราบอุณหภูมิที่เกิดการเปลี่ยนสถานะได้ ในรูป 4 ก. สารอยู่ในสถานะผลึกเหลวสเมกติกคลวดลายแบบ focal conic ส่วนรูป 4 ข. เป็น system เดียวกันเป็นลวดลายแบบกระเบื้อง ที่มองเห็นสีดำ คือ ของเหลวธรรมดา เมื่อ cross polarizer จะไม่มีแสงผ่านเข้าตาเราเลย จุดที่เปลี่ยนเป็นของเหลวธรรมดาหมด คือจุดแรกที่ลวดลายที่เรามองเห็นหายไป คุณสมบัติทางแสงของผลึกเหลวนี้อาจให้ลวดลายออกมาหลาย ๆ แบบ เช่นเป็นแบบพัด แบบโมเสส แบบเส้นด้าย หรือคล้ายใบผักแว่นเล็ก ๆ

ปัญหาในขณะนี้ ซึ่งเราคิดว่า ควรจะควบคู่ไปกับการวิจัย คือ ควรแนะนำความรู้ทางด้านผลึกเหลวให้นักศึกษาระดับปริญญาตรี (หรือระดับมัธยมศึกษาตอนปลายถ้าเป็นไปได้) ในชั้นแนะนำโดยย่อ แต่ก็ยังเกี่ยวกันอยู่ระหว่างนักฟิสิกส์ และนักเคมีว่า ควรจะบรรจุลงตำราทางไหนกันแน่ แต่ตอนนี้ตำราฟิสิกส์เคมีได้เขียนลงไปแล้ว เช่นแต่งโดย W.J. Moore (6) และหนังสือ Chemical Thermodynamics ในหัวข้อเกี่ยวกับสมดุลระหว่างสถานะ ซึ่งเขียนโดย P.A. Rock (ตีพิมพ์ปี 1969) เล่มแรกบอกแต่เพียงว่าผลึกเหลวคืออะไรเท่านั้น การเขียนก็ยังไม่มีการทรวอย่างพิถีพิถัน แม้จะเป็นเล่มล่าสุดคือปี 1972 ก็ตาม ตัวอย่างสูตรก็มีผิดพลาดส่วนเล่มหลัง กล้าแสดงแผนภาพแสดงสมดุลระหว่างสถานะของแข็ง-ผลึกเหลว-ของเหลว-ก๊าซ ตามรูป (ข) ให้พิจารณาเปรียบเทียบกับของน้ำ ซึ่งเป็นสารที่ไม่ใช่ผลึกเหลว



รูปที่ 5 (5ก) และ (5ข) แผนภาพแสดงสมดุลระหว่างสถานะ ของน้ำ และ p-azoxyanisole ตามลำดับ

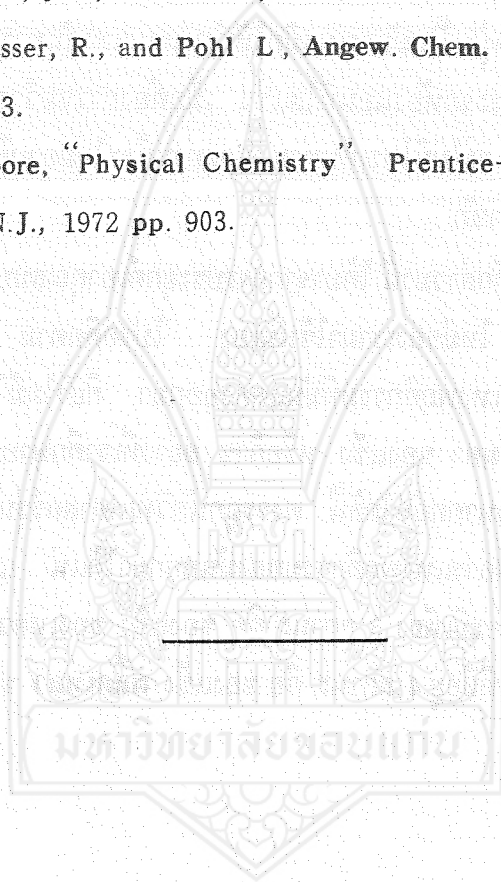
การแนะนำเกี่ยวกับเรื่องผลึกเหลว นอกจากจะทำให้ให้นักศึกษาได้เรียนเพื่ารู้ ซึ่งไม่ถึงกับเรียกว่าทันสมัย เพราะนี่จะครบ 100 ปีแห่งการค้นพบอยู่แล้ว แต่ถ้ายังไม่รู้เลย เราก็ไม่อยากจะเรียกว่าทันสมัยในเชิงวิชาการเสียทีเดียว Y ปัจจุบันท่านคงจะได้ยินคำโฆษณาเกี่ยวกับนาฬิกาที่กดปุ่มแล้วอ่านออกมาเป็นตัวเลข (S แล้วอีกไม่นานท่านอาจจะคุ้นเคยกับเครื่องคิดเลขขนาดพกกระเป๋า ที่ใช้พลังงานน้อยกว่า เครื่องคิดเลขไฟฟ้าขนาดเดียวกันถึงหมื่นเท่า ซึ่งน่าสนใจอย่างมากสำหรับยุคแห่งการที่จะต้องประหยัดพลังงาน หรืออีกไม่กี่ปีท่านจะได้นั่งรถยนต์ต้านแสงแดดส่องตาอันแผดจ้า พอกดปุ่ม ปุ่มนั้นจะเนรมิตให้ท่านหลบแสงอันตรายนั้นได้เสมือนนั่งอยู่ในที่ร่ม หรือเราสามารถจะมีกระจกห้องนอนที่ใสแจ๋ว เมื่อต้องการชมวิวข้างนอก แต่พออยากจะทำกิจธุระส่วนตัวก็กดปุ่ม จะไม่มีใครเห็นท่าน และท่านก็จะไม่มองเห็นใคร เป็นการประหยัดม่าน และไม่ต้องเสียเวลามาซัก

เรื่องอุปกรณ์ที่กล่าวมานี้ ได้มาจากการประยุกต์เอาคุณสมบัติอันแปลกประหลาดของผลึกเหลว หรือ “สถานะ” ใหม่ของเรามาใช้นั่นเอง โปรดติดตาม วิทยาศาสตร์ ม. ฉบับต่อไป อย่างไรก็ตามความเร่งรีบแห่งพฤติกรรมที่มันแสดงออกมา ก็ยังไม่มีใครตั้งทฤษฎีขึ้นมาอธิบายได้เหมือนกับของเหลวธรรมดา ของแข็ง หรือก๊าซ อย่างที่เราศึกษาอยู่ในปัจจุบัน ถึงอย่างไรก็ตาม “สถานะ” ใหม่ในอนาคตอันใกล้นี้ คงจะถูกนักวิทยาศาสตร์รุ่นเรา รุ่นลูก รุ่นหลานของเรา ถลกหน้าจากความพิสดารแห่งพฤติกรรมของมันออกมาได้แน่ และเราก็จะได้สอนรุ่นต่อไปว่า สถานะของสารมีใช้จะมีเพียง 3 สถานะ คือ ของแข็ง ของเหลว และก๊าซเท่านั้น แต่ยังมีสารอินทรีย์อยู่จำนวนมากที่มีอยู่ 4 สถานะ คือ ของแข็ง ผลึกเหลว ของเหลว และก๊าซ!

มหาวิทยาลัยขอนแก่น

เอกสารอ้างอิง

1. Gray, G.W. **Molecular Structure and the Properties of Liquid crystals**, Academic Press, New York, N.Y., 1962.
2. Brown, G.H. **Amer. Sci**, **60**, 64, (1972.)
3. Castellano, J.A., and Brown, G.H. **Chem. Technol** , Jan. 1973, 47.
4. Castellano, J.A., and Brown, G.H., **Chem. Technol.**, April. 1973,229.
5. Steinstrasser, R., and Pohl L , **Angew. Chem. Internat. Edit.**, **12** (8) 617, 1973.
6. W.J. Moore, "Physical Chemistry" Prentice-Hall, inc., Englewood, Cliffs, N.J., 1972 pp. 903.



การใช้เกมส์ในการสอนอ่านภาษาอังกฤษ

เพ็ญณี ดิสกะประกาย*

วิชาภาษาอังกฤษได้ชื่อว่าเป็นวิชาที่น่าเบื่อวิชาหนึ่งสำหรับผู้เรียนทั่วไป โดยเฉพาะอย่างยิ่งผู้เรียนในระดับมัธยมศึกษาและประถมศึกษา ซึ่งอยู่ในวัยที่ต้องการความสนุกสนานในการเรียนมาก ครูผู้สอนวิชาภาษาอังกฤษสามารถทำให้วิชาของตนเป็นวิชาที่สนุก น่าสนใจ และสร้างบรรยากาศในห้องเรียนให้น่าเรียนขึ้นโดยการนำเอาอุปกรณ์และเกมส์สนุกต่าง ๆ มาใช้ในการสอน ฟังพูด อ่าน และเขียนภาษาอังกฤษให้แก่ผู้เรียนได้ไม่ยากนัก

จากการสำรวจจากแบบสอบถามในงานวิจัย¹ ที่ผู้เขียนทำอยู่ปรากฏว่าครูที่สอนในระดับมัธยมศึกษาและประถมศึกษามีความต้องการทราบเกี่ยวกับวิธีนำเอา อุปกรณ์ การสอน และเกมส์ต่าง ๆ มาใช้ในการสอนวิชาภาษาอังกฤษของตนเป็นจำนวนมาก ผู้เขียนจึงได้สนองความต้องการนี้โดยนำเอาวิธีใช้เกมส์ในการสอนอ่านของ W.R. Lee² มาเสนอโดยเรียบเรียงและสรุปได้ดังนี้

การสอนอ่านภาษาอังกฤษควรเริ่มต้นตั้งแต่การจดจำคำที่ละคำไปจนถึงข้อความที่เป็นวลีหรือประโยค ผู้เรียนควรเริ่มจากการได้รับการฝึกการจดจำคำและฝึกความสามารถในการแยกความแตกต่างระหว่างตัวสกดที่คล้ายคลึงกัน (Word recognition) ภายในเวลาที่กำหนดอันจำกัดเสียก่อน จากนั้นจึงไปถึงการฝึกการจดจำข้อความที่เป็นวลี (Phrase recognition) และประโยค (sentence-recognition)

ในการนำเอาเกมส์ต่าง ๆ มาใช้ในการสอนอ่านนั้นขึ้นอยู่กับระดับของผู้เรียน ถ้าผู้เรียนอยู่ในขั้นต้น ๆ ครูควรเลือกเกมส์ที่ง่ายกว่าผู้เรียนที่อยู่ในขั้นที่สูงกว่า ทั้งนี้การเลือกเกมส์

¹ วันทนีย์ ปกรโณดม และ เพ็ญณี ดิสกะประกาย, “ปัญหาและอุปสรรคในการสอนภาษาอังกฤษของครูผู้สอนในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ” (อยู่ในระหว่างเขียนผลวิจัย)

² W.R. Lee, *Language Teaching Games and Contests*, Oxford University Press, 1972, 166 pp.

*เพ็ญณี ดิสกะประกาย กศ.บ., Dip. in T.E.S.L. (Victoria Univ.)

ไม่มีข้อกำหนดกฎเกณฑ์ตายตัวขึ้นอยู่กับวิจารณญาณของครู และความสามารถ ของ ผู้ เรียน เป็น
สำคัญ

เกมสื่การยกบัตรคำให้อ่าน (ประเภทเป็นประโยค)

1. ใช้บัตรคำออกคำสั่งให้ผู้เรียนปฏิบัติตาม ปรกติผู้เรียนมักจะเคยชินกับการ
ปฏิบัติตามคำสั่งที่ครูพูดออกเสียงให้ฟัง แต่ในที่นี้จะฝึกผู้เรียนให้สามารถจดจำวลีหรือประโยค
ภาษาอังกฤษที่เป็นคำสั่งจากบัตรคำที่ครูยกขึ้นให้ผู้เรียนดูหน้าชั้นเรียนแล้วปฏิบัติตาม คำสั่ง ทั้น ที่
ถ้าผู้เรียนจำวลีหรือประโยคคำสั่งที่เป็นภาษาอังกฤษได้ก็จะปฏิบัติตามอย่างถูกต้อง ครูจะไม่
แสดงบัตรคำให้ผู้เรียนดูมากกว่าหนึ่งครั้งและการยกบัตรคำขึ้นให้ผู้เรียนดูก็ กระทำ อย่าง รวด เร็ว
ประมาณว่าผู้เรียนสามารถอ่านได้ทันทีก็เพียงพอ ไม่ยกบัตรคำนานเกินไป ตัวอย่างคำสั่งที่จะ
เขียนบนบัตรคำได้แก่ Stand up. Open the Window. Hold up your book. และ Hold up
your right hand. เช่นนี้เป็นต้น การเล่นเกมสื่อนี้คนนี้อาจจะมีการให้คะแนนสำหรับกลุ่มที่ทำ
ได้ถูกต้อง หรือผู้ที่ทำได้ถูกต้อง และไม่มีคะแนนสำหรับกลุ่มที่ทำผิดหรือผู้ที่ทำผิด

2. การใช้บัตรคำถาม วิธีนี้คล้ายกับวิธีที่ 1 เพียงแต่ผู้เรียนที่ถามจะต้องตอบคำ
ถามที่เห็นในบัตรคำให้ถูกต้องจึงจะได้คะแนนหรือเครื่องหมายดู ตัวอย่างคำถามที่ใช้เขียนบน
บัตรคำได้แก่ Where is your book? Where is your pen? What's the time? คำถามที่
ถามควรเป็นคำถามประเภท What, When, Where, Why ซึ่งต้องการคำตอบเป็นประโยค
(Complete sentence) มากกว่าคำถามประเภทให้ผู้เรียนตอบเพียง Yes หรือ No เท่านั้น

การใช้บัตรคำถามเช่นนี้อาจให้ผู้เรียนตอบด้วยการเลือกบัตรคำ ที่มี คำ ตอบ อยู่ พร้อม
แล้วก็ได้ เกมสื่การใช้บัตรคำถามนี้จะแบ่งผู้เรียนออกเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มหนึ่งถามอีกกลุ่มหนึ่งตอบ
หรือผลัดกันตอบทีละคนในกลุ่มของตนก็ได้ ซึ่งวิธีการนี้สามารถนำไปใช้ได้เช่นเดียวกับการใช้
บัตรคำออกคำสั่งที่กล่าวมาแล้ว

ข้อสังเกต สำหรับการใช้บัตรคำทั้งสองชนิดที่กล่าวมานั้นมีดังนี้

ก. ขนาดของบัตรแต่ละอันควรมีความกว้างยาวเท่ากันหมด เพื่อมิให้ผู้
จำประโยคหรือวลีได้เพราะขนาดของบัตรคำที่แตกต่างกัน

- ข. เพื่อป้องกันการลืม ด้านหลังของบัตรคำควรเขียนประโยคหรือวลีไว้ด้วยกินสอ เวลาแสดงบัตรคำจะได้ไม่ต้องพลิกกลับมาดูว่าด้านหน้าคือข้อความอะไร
- ค. ตัวหนังสือบนบัตรคำต้องมีขนาดใหญ่พอที่จะเห็นได้ในระยะไกลสำหรับผู้เรียนที่นั่งอยู่หลังห้อง
- ง. เวลาหยิบบัตรคำแสดงต้องยกให้สูงกว่าระดับสายตาเพื่อให้เห็นทั่วถึงกันทั้งห้อง
- จ. เวลาแสดงบัตรคำแต่ละครั้งต้องกระทำอย่างรวดเร็วไม่ยกบัตรคำให้ผู้เรียนดูนานเกินไป
- ช. ไม่อนุญาตให้ผู้เรียนกระซิบบอกกัน

Matching Games (ชนิดเป็นประโยค)

เกมส์ชนิดนี้ใช้บัตรคำประกอบกับรูปภาพที่วาดขึ้นง่าย ๆ มีวิธีเล่น 2 แบบ คือ

1. ครูยกภาพให้ผู้เรียนดูว่าเป็นภาพอะไร ให้ผู้เรียนทั้งปुออกมามีเป็นประโยคตามทีเห็นในรูป เช่น Somsak is singing. จากรูปเด็กชายกำลังร้องเพลง หลังจากนั้นครูก็หยิบเอาบัตรคำที่เขียนว่า Somsak is singing. ขึ้นมาวางไว้ใต้ภาพให้ผู้เรียนดู ทำเช่นนั้นกับภาพอื่น ๆ ต่อไปจนหมด ต่อไปนี้ถึงวิธีเล่นเกมส์ โดยครูแจกบัตรคำที่มีประโยคต่าง ๆ ตามรูปภาพที่ได้แสดงให้ผู้เรียนดูมาแล้วให้แก่ผู้เรียนทั้งห้อง แล้วครูหยิบรูปภาพขึ้นแสดงพร้อมกับถามผู้เรียนว่าใครกำลังทำอะไรหรือเป็นอะไร? ให้ผู้เรียนตอบทั้งห้องพร้อมกัน ผู้เรียนที่มีบัตรคำที่เป็นคำตอบที่ถูกต้องจะต้องนำเอาบัตรคำนั้นออกมาวางใต้ภาพ ทำเช่นนั้นกับรูปภาพอื่น ๆ ต่อไป

2. เป็นวิธีที่ตรงกันข้ามกับวิธีแรกแต่วิธีเล่นเกมส์เหมือนกัน คือแทนที่ครูจะแจกบัตรคำประโยคต่าง ๆ ให้แก่ผู้เรียน ครูแจกรูปภาพให้ผู้แทน แล้วยกบัตรคำประโยคให้ผู้เรียนอ่านในใจ ผู้เรียนที่มีรูปภาพตรงกับบัตรคำจะต้องนำเอารูปภาพมาติดข้างบนบัตรคำนั้น

วิธีเล่นเกมส์แบบนี้อาจแบ่งผู้เรียนออกเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มหนึ่งทำหน้าที่เช่นเดียวกับที่ครูทำ อีกกลุ่มหนึ่งเป็นฝ่ายตอบสลับกันไป หรือจะเล่นโดยให้นักเรียนจับคู่กันก็ได้ การเล่นเกมชนิดนี้ก็อาจให้มีการแข่งขันกันได้ โดยผู้ตอบถูกหรือฝ่ายที่ตอบถูกเป็นฝ่ายที่ได้คะแนน

รูปภาพที่ใช้ในการเล่นเกมส์นั้นไม่จำเป็นต้องเป็นรูปถ่าย ครูอาจวาดขึ้นเองเป็นภาพ
ง่ายๆ ได้ไม่ยากนัก หรือจะให้ผู้เรียนช่วยวาดภาพก็ได้

สำหรับในชั้นเรียนที่เล็ก ๆ จำนวนผู้เรียนไม่มาก (ประมาณไม่เกิน 20 คน) ครู
อาจซ่อนภาพหรือบัตรคำอย่างใดอย่างหนึ่งไว้ในชั้นเรียน แล้วแจกบัตรคำหรือรูปภาพให้ผู้เรียน
ไปค้นหารูปภาพหรือบัตรคำที่ตรงกันที่ซ่อนไว้ในห้องเรียน กลุ่มคนที่ค้นหาบัตรคำได้พบและ
มานั่งที่ใดก่อนก็จะเป็นกลุ่มชนะ

Rhymes and Songs

การใช้เพลงและโคลงกลอนสอนอ่านภาษาอังกฤษ เป็นวิธีที่ดีอีกวิธีหนึ่งที่ทำให้บรรยา
ภาคในห้องเรียนสนุกสนานทำให้ผู้เรียนอยากเรียน เพลงและโคลงกลอนที่จะนำมาใช้ในขั้นนี้
ควรจะง่ายพอสมควรถ้าผู้เรียนยังไม่เคยได้ยินมาก่อนควรเริ่มจากการสอนร้องเพลงนั้น ๆ ให้ได้
เสียก่อน ในเพลงหรือโคลงกลอนที่จะนำมาสอนนั้นต้องไม่มีคำที่ออกเสียงมาก ไม่มีคำภาษา
โบราณและคำที่แปลกไปจากธรรมดา และไม่ควรให้ยาวเกินไปควรให้สั้น ๆ ง่าย เช่น

Jack and Jill went up the hill.

To fetch a pail of water.

Jack fell down and broke his crown

And Jill came tumbling after.

หลังจากที่ครูสอนผู้เรียนจนร้องเพลงได้แล้ว ขั้นต่อไปคือการให้ผู้เรียนออกไปชี้ว่า
ประโยคที่ครูพูดนั้นอยู่ตรงไหน หรือให้ผู้เรียนออกไปชี้คำที่ครูพูดอยู่ตรงไปชี้คำที่ครูพูดว่าอยู่
ตรงไหนหลังจากที่ออกไปชี้ประโยคแล้ว

เกมส์การยกบัตรคำให้อ่าน (ประเภทคำ)

เกมส์การใช้บัตรคำประเภทคำในการอ่านนี้มีวิธีการคล้ายคลึงกับการใช้บัตรคำประเภท
ประโยค คือ ยังคงใช้บัตรคำที่เป็นประโยคเหมือนกัน ผิดกันแต่ว่าประโยคที่ใช้กันต่างกันเพียง
คำคำเดียว เพื่อให้ผู้เรียนสามารถแยกความแตกต่างกันของคำในประโยคได้ ตัวอย่างเช่น
Touch the desk และ Touch the table. เมื่อฝึกจนแล้ว ขั้นต่อไปครูอาจทำให้ยากขึ้นอีก

โดยทำให้ประโยคที่ให้นั้นมีความแตกต่างกันเพียงตัวอักษร หรือสระเดียว เพื่อให้ผู้เรียนแยกความแตกต่างได้ยากขึ้น เช่น Draw a pin. และ Draw a pen.

ในการฝึกเช่นนี้เป็นการฝึกความสามารถในการจดจำคำ (word recognition) ของผู้เรียน ครูอาจจะใช้บัตรคำที่เป็นคำเดียวไม่เป็นประโยคก็ได้ แต่ควรใช้หลังจากการฝึกการจดจำคำประโยคที่กล่าวข้างต้นแล้ว ข้อเสียของการใช้บัตรคำที่เป็นคำเดียวนั้นอาจทำให้ผู้เรียนเบื่อเร็วเพราะคำเดี่ยว ๆ มีความหมายน้อยกว่าคำที่อยู่ในประโยค

Matching Games (ชนิดเป็นคำ)

เราใช้เกมส์นี้ฝึกการจดจำคำ (word-recognition) และการจดจำตัวอักษร (letter-recognition) เช่นเดียวกันกับเกมส์การใช้บัตรคำประเภทคำที่เพิ่งกล่าวถึงข้างต้น วิธีการเล่นก็เหมือนกันนอกจากมีการใช้รูปภาพมาประกอบตามแบบ Matching Games (ประเภทประโยค) เท่านั้น

เกมส์ประเภทย่อยอื่น ๆ

ก. เกมส์ Stepping-stones เกมส์นี้เป็นเกมส์สำหรับเด็กเล็ก ๆ ครูวาดรูปแม่น้ำบนกระดาน ผู้เรียนจะต้องแข่งกันข้ามแม่น้ำจากฝั่งหนึ่งไปอีกฝั่งหนึ่งโดยใช้ก้อนหินวางเรียงข้ามไป ผู้เรียนต้องอ่านคำที่ครูให้ให้ถูกต้องจึงจะได้ก้อนหินหนึ่งก้อน โดยเขียนคำนั้นลงบน ก้อน หิน ที่ได้ ฝ่ายที่อ่านได้ถูกต้องมากกว่าผู้ที่อ่านได้ดีกว่าเพื่อน ๆ จะได้ก้อนหินข้ามไปถึงฝั่งตรงข้ามก่อน

ข. เกมส์ Living sentences ผู้เรียนมีบัตรคำของคำภาษาอังกฤษอยู่ในมือ เมื่อครูบอกประโยคให้ ผู้เรียนจะออกไปสร้างประโยคด้วยบัตรคำที่ตนมีอยู่ วิธีนี้แบ่งผู้เรียนออกเป็นกลุ่ม ๆ ถ้าหากห้องเรียนกว้างและประโยคที่จะสร้างสั้น ครูอาจให้ผู้เรียนมากกว่าหนึ่งกลุ่มออกไปสร้างประโยคจากบัตรคำที่พร้อมกันได้เลยเกมส์ประเภทนี้ใช้ได้ดีกับเด็กเล็ก เพราะอยู่ในวัยที่ชอบการออกมาแสดงหน้าชั้น ไม่นั่งเฉย ๆ อยู่กับโต๊ะเรียน

ค. เกมส์ทำตามคำสั่ง (Orders) เกมส์นี้ผู้เรียนต้องทำตามคำสั่งที่เขียนไว้บนบัตรคำที่ตนหยิบขึ้นมาได้จากกองบัตรคำ

ง. เกมสืบค้นหาสมบัติ (Treasure hunts) เกมนี้เหมาะสำหรับห้องเรียนที่กว้าง
มาก ๆ หรือจะเล่นในสนามก็ได้ โดยแบ่งผู้เรียนออกเป็นกลุ่ม ๆ เล่นค้นหาสมบัติ โดยเกาะรอย
ตามเครื่องหมายและคำสั่งไปจนพบสมบัติที่ต้องการ

สมบัติสำหรับผู้เรียนค้นหาในที่นี้ อาจเป็นหนังสือ ปากกา ขนมหข่งเล่่น หรือ
กะเนนก็ได้ ขึ้นอยู่กับวัยของผู้เรียนว่าควรเลือกของแบบใดเป็นเครื่องล่อใจ เครื่องหมายสำหรับ
ให้ผู้เล่่นเกมสัเกาะรอยตามจะชอ่นอยุ่ตามส่วนต่าง ๆ ของห้องเรียนหรือในสนาม พร้อมกับเครื่อง
หมายนั้นจะมีคำบอกทางหรือคำสั่งให้ผู้เล่่นเกมสัติดตามเกาะรอยต่อไปตามลำดับชั้น ผู้เล่่นเกมสั
แต่ละกลุ่มจะมีสีประจำกลุ่มของตน กลุ่มที่มีสีใดเป็นสีประจำกลุ่มจะต้องเกาะรอยไปตามเครื่อง
หมายที่มีสีเดียวกันกับกลุ่มของตน หรืออีกนัยหนึ่งคือแต่ละกลุ่มจะเกาะรอยไปตามทางของตนจน
ไปพบสมบัติที่ต้องการค้นหาอันเป็นสิ่งเดียวกัน

ตัวอย่างของคำสั่งหรือบอกทางที่ใช้กำกับเครื่องหมายบอกทางได้แก่ Look under
the table. เมื่อผู้เรียนพบเครื่องหมายอันแรกแล้วก็มีคำบอกทางต่อไปให้อีกเช่น Follow
the chalk-line which leads to the back of the room. คำบอกทางจะมีต่อไปเรื่อย ๆ จน
กระทั่งพบสมบัติที่ต้องการค้นหาในที่สุค

ทั้งหมดที่กล่าวมานี้เป็นตัวอย่างของเกมสัสนุก ๆ ที่จะนำมาใช้ในการสอนอ่านภาษา
อังกฤษ ซึ่งท่านสามารถเลือกนำไปใช้ตามความเหมาะสมของสถานการณ์ และวัยของผู้เรียนได้

ใบรับสมัครสมาชิก
วิทยาสาร มข.

สถานที่.....

วันที่.....

เรียนบรรณาธิการวารสารวิทยาสาร มข.

ข้าพเจ้า.....ตำแหน่ง.....

ที่ทำงาน.....

ที่อยู่.....

มีความประสงค์จะรับวารสารวิทยาสาร มข. ตั้งแต่ฉบับที่ 1 ปีที่ 5 จนถึง ฉบับที่ 2 ปีที่ 5

รวม 2 ฉบับ พร้อมนําส่งเงินจำนวน 10 บาทถ้วน มาทาง.....

ขอแสดงความนับถือ

(.....)

(ค่าบำรุงปีละ 10 บาท จำนวน 2 เล่ม)

หมายเหตุ โปรดส่งธนาคัตหรือตัวแลกเงินของไปรษณีย์และของธนาคารออมสินในนาม ของ
ณัฐฐา แก้วก่า ฝ่ายจัดการ คณะวิทยาศาสตร์-อักษรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น
ทางคณะวิทยาศาสตร์-อักษรศาสตร์ จะส่งใบเสร็จรับเงินให้แก่สมาชิก พร้อมทั้ง
พิมพ์รายชื่อสมาชิกลงในวารสารฉบับต่อไป คณะผู้จัดทำใคร่ขอเชิญชวนท่านผู้
สนใจสมัครเป็นสมาชิกและร่วมส่งบทความของท่านไปยังบรรณาธิการ สำหรับลง
พิมพ์ในวิทยาสาร มข. ทั้งนี้เพื่อเป็นการปรับปรุงในด้านสาระประโยชน์และกระต่าย
พิมพ์.

ข้อคิดนักวิทยาศาสตร์

"Enlarge Your Knowledge in the Area
of Your Interests"

“เปิดสมอง

ทุกอณู

เราจะค้น

เมื่อเปิดใจ

เปิดหัวใจ

ในโลกนี้

ให้รู้ซึ้ง

เปิดสมอง

ให้รับรู้

ลบล้างใหม่

ถึงแก่นใน

ตรงทุกวัน

เก็บความรู้

ย้อนครอย

สิ่งไหนผิด

สิ่งคิดค้น

มาสร้างสรรค์

ที่เขาทำ

ทดลองได้

“นักค้นใหม่”

วันละน้อย

นำมาค้น

ให้ยืนยัน

ไม่ไกลเลย!”

ครูเพชร

ถอดความ