

พ.ร.
พ.๒

หนังสือเรียน

วิชาความรู้

วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

ตอนที่ ๓

(คำแนะนำ)



ใบอนุญาตให้ใช้แบบเรียน

ฉบับที่ ๗๒/๕๑๙

วันที่ ๑๗ เดือน มกราคม พ.ศ. ๒๔๗๕

หนังสือ วิชาความรู้ ชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

ของ อ.มาศยงค์ พระปราชญ์วิทยา

พิมพ์ครั้งที่ ๑๑๐๐ ฉบับที่ ๑๑๐๐

เจ้าหน้าที่ได้ตรวจแล้ว อนุญาตให้ใช้ในโรงเรียนได้

เจ้าพระยาธรรมศักดิ์

รัฐมนตรีว่าการกระทรวงธรรมการ

(ใช้ให้เฉพาะในการพิมพ์ครั้งต่อไป)

และห้ามมิให้นำไปอนุญาตให้ใช้ในหนังสือเล่มอื่นที่มีได้รับอนุญาตเป็นอันขาด

536

4404/3

๓146

ของ

พระปราชญ์วิทยา B. Sc.

อาจารย์ใหญ่โรงเรียนสวนกุหลาบวิทยาลัย

พิมพ์ครั้งที่ ๑๑๐๐ ฉบับที่ ๑๑๐๐ พุทธศักราช ๒๔๗๕

ราคา ๓๐ สตางค์

สงวนลิขสิทธิ์ไว้ตามพระราชบัญญัติ

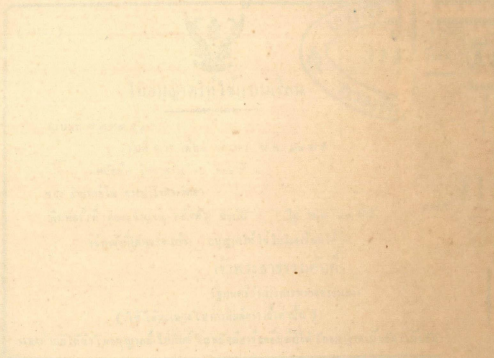
พิมพ์ที่โรงพิมพ์กษัตริย์ บางขุนพรหม พระนคร

1779

วิชาความรู้

ความรู้

ความรู้



ความรู้

ความรู้

ความรู้

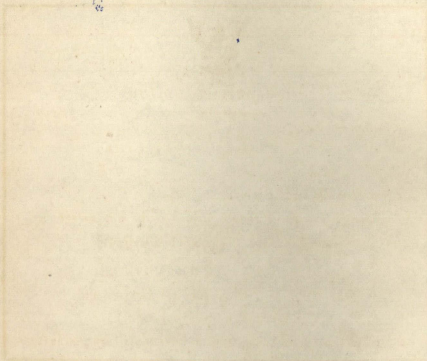
ความรู้

ความรู้

ความรู้

ความรู้

ПОДПИСАНИЕ



หนังสือเรียน

วิชาความร้อน

วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

ตอนที่ ๓

(คำแนะนำ)



ใบอนุญาตให้ใช้แบบเรียน

ฉบับที่ ๗๒/๕๑๔

วันที่ ๑๗ เดือน มกราคม พ.ศ. ๒๔๗๕

หนังสือ วิชาความร้อน ตอนที่ ๓

ของ อ้ายคยัโต พระปวโรฬารวิทยา

พิมพ์ครั้งที่ ๑๐๐๐ จำนวนหนึ่งพัน ฉบับ ใน พ.ศ. ๒๔๗๕

เจ้าหน้าที่ได้ตรวจแล้ว อนุญาตให้ใช้ในโรงเรียนได้

เจ้าพระยาอรรคมหิศรี

รัฐมนตรีว่าการกระทรวงธรรมการ

(ใช้ได้เฉพาะในการพิมพ์ครั้งนี้เท่านั้น)

และห้ามมิให้นำไปอนุญาตให้ไปพิมพ์ในหนังสือเรื่องอื่นที่มีได้รับอนุญาตเป็นอันขาด

ของ

พระปวโรฬารวิทยา B.Sc.

อาจารย์ใหญ่โรงเรียนสวนกุหลาบวิทยาลัย

พิมพ์ครั้งที่ ๑๐๐๐ ฉบับ พุทธศักราช ๒๔๗๕

ราคา ๓๐ สตางค์

สงวนลิขสิทธิ์ไว้ตามพระราชบัญญัติ

พิมพ์ที่โรงพิมพ์อักษรนิติ บางขุนพรหม พระนคร

2/4

536

2/4942

តេឡេកាដេម៉ូក្រាស៊ី

7742
9m 5L. mm mZ



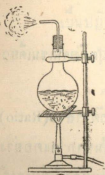


๑๕๖. ไอน้ำในอากาศ

ตามปกติ การระเหยซึ่งเกิดจากผิวน้ำในทะเล ในแม่น้ำ และในที่ต่าง ๆ นั้นมีอยู่เสมอ ดังนั้นจึงเป็นที่เชื่อได้ว่าในอากาศต้องมีไอน้ำปนอยู่ด้วยไม่มากนักน้อย ไอน้ำเหล่านี้ถ้าไม่ได้จับกันเป็นเม็ดน้ำแล้วเรามองไม่เห็น แต่เพื่อให้เป็นที่เชื่อแน่ว่าจริง ๆ ว่ามีไอน้ำปนอยู่ในอากาศ เราลองทำการทดลองต่อไปนี้

ก. เทน้ำใส่คนโทแก้วใบหนึ่ง อุดปากคนโทให้แน่นโดยใช้ขี้ผึ้งที่มีหลอดแก้วงออย่างในภาพเสียบอยู่ด้วย นำคนโทไปตั้งไฟ ในไม่ช้าจะบังเกิดไอน้ำพุ่งออกมาจากพวยหลอดแก้ว แล้วดูเหมือนหายไป ในอากาศ ดังนั้นเราจึงเชื่อแน่ว่าไอน้ำแทรกปนอยู่ในอากาศ.

ในขณะทำการทดลองนี้ เราสังเกตได้ว่า (๑) ไอน้ำที่แท้จริงอยู่ภายในคนโทและหลอดแก้วนั้นเป็นสิ่งที่มองไม่เห็น (๒) ไอน้ำที่ออกจากพวยหลอดแก้วนั้นเรามองไม่เห็น จนกว่าจะสัมผัสกับอากาศที่เย็นแล้วกลั่นตัวเป็นเม็ดน้ำ ปรากฏเป็นเหมือนหมอกอยู่ในระยะที่ห่างจากปากพวยหลอดแก้วบ้างเล็กน้อย (๓) เม็ดน้ำเหล่านี้ระเหยเป็นไอเข้าแทรกไปในอากาศโดยรวดเร็ว.



ข. เทน้ำเย็นขนาดน้ำแข็งใส่ลงในถ้วยแก้วใบหนึ่ง เช็ดภายนอกของถ้วยแก้วให้แห้งดี แล้วยกไปตั้งทิ้งไว้ในอากาศ ในไม่ช้าจะเห็นว่ามีเม็ดน้ำ

มาเกาะอยู่ที่ข้างถ้อย การที่เป็นเช่นนั้นเพราะเหตุว่าในอากาศมีไอน้ำ และเมื่อมากระทบกับความเย็นของแก้วซึ่งใส่น้ำที่เย็นจัดอยู่ ไอน้ำนั้นกลั่นตัวเป็นเม็ดน้ำเกาะข้างถ้อย.

ค. หาทอดแก้วซึ่งมีรูป **U** มาทอดหนึ่ง เอาแคลเซียมคลอไรด์ (Calcium Chloride) ก้อนเล็กๆ บรรจุให้เต็ม นำไปตั้งให้ทราบน้ำหนัก ตั้งอากาศผ่านเข้าไปในหลอดหนึ่งครั้งหนึ่ง แล้วนำไปตั้งอีกครึ่งหนึ่ง ในการซึ่งครั้งหลังนั้นจะปรากฏว่ามีน้ำหนักมากขึ้น ทั้งนี้เนื่องจากไอน้ำในอากาศที่ผ่านมานั้นถูกแคลเซียมคลอไรด์ดูดไว้.

๑๕๗. ความชื้นสัมพัทธ์ (Relative Humidity)

เมื่อเราพูดว่าอากาศแห้งหรือชื้นนั้น เราพูดไปตามที่เราคิดว่าในอากาศมีไอน้ำน้อยหรือมาก แต่พฤติกรรม (Condition) ของอากาศในเรื่องความแห้งและความชื้นนั้นเกี่ยวข้องกับปริมาณของไอน้ำอยู่ ๒ ประการ คือ

(ก) ปริมาณของไอน้ำที่มีอยู่ในอากาศ.

(ข) ปริมาณของไอน้ำที่จะต้องมีอยู่ในอากาศซึ่งมีพฤติกรรมเช่นเดียวกัน แล้วจะทำให้อากาศนั้นอิ่มตัวไปด้วยไอน้ำ.

ความรู้ลึกของเรากับบอกว่าอากาศแห้งหรือชื้นนั้นอาศัยอัตราส่วน (Ratio) ของปริมาณทั้งสองนี้ หาได้อาศัยปริมาณของไอน้ำที่มีอยู่ในอากาศก็อย่างเดียวกัน เช่นในห้องที่อุ่นเรา รู้จักว่าอากาศแห้ง และในห้องที่เย็นเรา รู้จักว่าอากาศชื้น แต่อันที่จริงปริมาณของไอน้ำในห้องอุ่นอาจมากกว่าปริมาณของไอน้ำในห้องเย็นก็ได้ เหตุที่เรารู้จักว่าในห้องอุ่นนั้นแห้งกว่าคือถึงแม้ว่าจะมีไอน้ำอยู่มากกว่าก็จริง แต่มีอุณหภูมิสูง ฉะนั้นปริมาณของไอน้ำที่จะมาทำให้ไอน้ำในห้องนั้นเป็นไอน้ำอิ่มตัว ก็ต้องเป็นปริมาณที่มากกว่าปริมาณของไอน้ำซึ่งจะทำให้ห้องที่เย็นนั้นอิ่มตัว และความรู้ลึก

ของเราอาศัยอัตราส่วนของปริมาณในข้อ ก. และ ข. หาได้อาศัยแค่เพียง

ปริมาณในข้อ ก. อย่างเดียว ฉะนั้นจึงได้มีความรู้สึกอย่างทันท่วงทีแล้ว.

คำจำกัดความ ความชื้นสัมพัทธ์ คือ

อัตราส่วน $\frac{\text{มวล (Mass) ของไอน้ำที่อยู่ในอากาศ } \times \text{ หน่วยปริมาตร}}{\text{มวลของไอน้ำที่ต้องมีอยู่ในอากาศซึ่งมีพฤติกรรมเช่นเดียวกันและมีปริมาตร } \times \text{ หน่วยปริมาตร}}$ แล้วจึงจะทำให้อากาศนั้นอิ่มตัวไปด้วยไอน้ำแล้ว

เช่นในที่แห่งหนึ่ง อากาศ ๑ ลูกบาศก์เมตรมีมวลของไอน้ำอยู่ ๘ กรัม และถ้าในขณะที่มีอุณหภูมิอยู่อย่างเดิมอากาศ ๑ ลูกบาศก์เมตรนั้น ยังมีมวลของไอน้ำอยู่ ๒๕ กรัมจึงจะอิ่มตัวไปด้วยไอน้ำแล้ว ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศในเวลานั้นเป็น $\frac{๘}{๒๕} = ๐.๓๒$

แต่เมื่อมวลของไอน้ำซึ่งมีอยู่ในอากาศ ๑ หน่วยปริมาตรนั้นมีค่าเกือบเป็นปฏิภาค (Proportion) กับความดันของไอน้ำซึ่งมีอยู่ในนั้นแล้ว เราอาจกล่าวได้อีกอย่างหนึ่งว่า

ความชื้นสัมพัทธ์ คือ

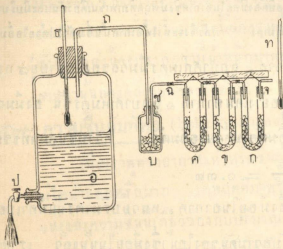
อัตราส่วน $\frac{\text{ความดันของไอน้ำซึ่งมีอยู่ในอากาศในขณะที่มีอุณหภูมิตามที่กำหนดไว้}}{\text{ความดันของไอน้ำซึ่งเป็นค่าสูงสุดประจำอุณหภูมิที่กำหนดให้}}$

เช่นในที่แห่งหนึ่ง อากาศที่มีอุณหภูมิ ๑๘° ซ. ความดันของไอน้ำซึ่งมีอยู่ในอากาศในขณะนั้นเป็น ๑๐ มิลลิเมตร และความดันซึ่งเป็นค่าสูงสุดประจำอุณหภูมิ ๑๘° ซ. นั้นเป็น ๑๕.๔ มิลลิเมตร ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศในเวลานั้นเป็น $\frac{๑๐}{๑๕.๔} = ๐.๖๕$

(ดูต่อไปในข้อ ๑๕๘)

๑๕๔. วิธีหาปริมาณของไอน้ำในอากาศ

ในการหาปริมาณของไอน้ำในอากาศ ๑ หน่วยปริมาตร เราใช้เครื่องประกอบซึ่งมีลักษณะอย่างในภาพ ก. ข. ค. เป็นหลอดแก้ว ๓ หลอดซึ่งมีรูปร่างเหมือน **U** และมีหินพิวมิช (Pumice Stone) ซึ่งชุ่มไปด้วยกรดกำมะถัน



บรรจุอยู่ภายใน ที่ปากหลอดมีจุกอุด และมีท่อแก้วติดต่อกัน เพื่อให้อากาศเดินผ่านไปได้ออก **ข.** เป็นขวดซึ่งมีหินพิวมิชที่ชุ่มไปด้วยกรดกำมะถัน และมีท่อ **จ.** ติดกับท่อ **ด.** **อ.** เป็นขวดใส่น้ำซึ่งมี **ป.** เป็นที่ไอน้ำออกได้ และมีหลอด **ก.** เป็นช่องทางติดต่อกับขวด **ข.** **ค.** และ **ด.** เป็น

เทอร์มอมิเตอร์ สำหรับใช้ตรวจอุณหภูมิของอากาศในขณะที่ทำการทดลอง.

ในตอนต้น เราต้องทราบน้ำหนักอย่างแน่นอนของเครื่องประกอบคอนที่อยู่ระหว่าง **จ.** และ **ด.** เสียก่อน แล้วจึงตั้งมือเบ็ดที่ **ป.** ไอน้ำให้ไหลออกช้า ๆ ทีละน้อยๆ เมื่อน้ำไหลออกจนหมดขวดภายใน **อ.** ก็มักจะจน จึงเป็นเหตุให้ดูดอากาศเข้าทาง **จ.** อากาศที่เข้าทาง **จ.** เติร์ผ่านหลอด **ก. ข. ค.** ฉะนั้นไอน้ำที่อยู่ด้วยเท่าใดก็ถูกกรดกำมะถันดูดไว้หมด เมื่อถอดเครื่องประกอบคอนที่อยู่ระหว่าง **จ.** และ **ด.** ออกจึงดูเป็นครั้งที่สองก็จะทราบได้ว่าไอน้ำที่กรดกำมะถันดูดไว้มีน้ำหนักเท่าใด ส่วนปริมาตร

ของอากาศที่ผ่านไบนั้น เราพิจารณาหาได้โดยเอาจำนวนน้ำที่ไหลออกทางป. ไปคูณ ρ เมื่อทราบปริมาตรของอากาศและน้ำหนักของไอน้ำในอากาศที่เข้าทาง จ. แล้วผ่านหลอด ก. ข. ค. เราก็อาจคำนวณได้ว่าในหนึ่งลูกบาศก์ของอากาศมีไอน้ำหนักเท่าใด.

ถ้าอากาศทราบปริมาณของไอน้ำในอากาศที่อัดตัวไปด้วยไอซึมตัว ก็ให้ดำเนินการกระทำตามวิธีที่ได้กล่าวมาแล้ว คือส่งอากาศที่อัดตัวไปด้วยไอซึมตัวให้ผ่านหลอด ก. ข. ค. แล้วหาปริมาตรของอากาศจำนวนนั้น และชั่งน้ำหนักของไอน้ำที่กระดกามะถันตุ้ตได้.

ความชื้นสัมพัทธ์ สมมุติว่าในขณะทำการทดลอง อากาศมีอุณหภูมิ 19°C .

และในหนึ่งลูกบาศก์เมตรของอากาศมีไอน้ำอยู่ 9.4 กรัม เราพิจารณาต่อไปว่าสำหรับอุณหภูมิ 19°C . อากาศอิ่มตัวซึ่งมีปริมาตร ๑ ลูกบาศก์เมตรจะต้องมีไอน้ำอยู่กี่กรัม จากตารางในข้อ ๑๕๘ ปรากฏว่าจะต้องมีไอน้ำ 15.4 กรัม ดังนั้น

$$\text{ความชื้นสัมพัทธ์} = \frac{9.4}{15.4} = 0.61$$

หมายเหตุ ข้อด. ข. ซึ่งมีหินฟิวสิลที่ชุ่มไปด้วยกรดกำมะถันนั้นเป็นเครื่องป้องกันให้ไอน้ำในข้อด. มีโอกาสเค็ดผ่านเข้าไปในหลอด ค. ได้.

๑๕๙. ตารางบอกความดันของไอน้ำและน้ำหนักของไอน้ำในอากาศอิ่มตัว

- ก. เป็นอุณหภูมิ ซึ่งนับเป็นองศาเซ็นติเกรด.
- ค. เป็นค่าสูงสุดแห่งความดันประจำอุณหภูมิที่ปรากฏในข้อ ก. ความดันวัดเป็นมิลลิเมตร.
- ข. เป็นจำนวนกรัมของไอน้ำซึ่งมีอยู่ในอากาศ ๑ ลูกบาศก์เมตรในขณะที่อัดตัวไปด้วยไอซึมตัว.

ท.	ค.	ม.	ท.	ค.	ม.	ท.	ค.	ม.
๐	๔.๖	๔.๕	๑๐	๕.๑	๕.๔	๒๐	๑๓.๔	๑๓.๒
๑	๔.๕	๔.๒	๑๑	๕.๗	๑๐.๐	๒๑	๑๔.๕	๑๔.๒
๒	๔.๓	๔.๖	๑๒	๑๐.๔	๑๐.๖	๒๒	๑๕.๗	๑๕.๓
๓	๔.๗	๖.๐	๑๓	๑๑.๑	๑๑.๓	๒๓	๒๐.๕	๒๐.๔
๔	๖.๑	๖.๔	๑๔	๑๑.๕	๑๒.๐	๒๔	๒๒.๒	๒๒.๕
๕	๖.๕	๖.๗	๑๕	๑๒.๗	๑๒.๗	๒๕	๒๓.๖	๒๒.๕
๖	๗.๐	๗.๓	๑๖	๑๓.๕	๑๓.๖	๒๖	๒๖.๕	๒๔.๒
๗	๗.๕	๗.๗	๑๗	๑๔.๔	๑๔.๕	๒๗	๒๖.๕	๒๕.๖
๘	๗.๐	๗.๑	๑๘	๑๕.๔	๑๕.๔	๒๘	๒๗.๑	๒๗.๐
๙	๗.๕	๗.๗	๑๙	๑๖.๓	๑๖.๒	๒๙	๒๘.๗	๒๘.๖
๑๐	๘.๑	๘.๔	๒๐	๑๗.๔	๑๗.๒	๓๐	๓๑.๖	๓๐.๑

สำหรับการใช้ตารางนี้ให้ดูตัวอย่างในข้อ ๑๕๔ และ ๑๖๐

๑๖๐. จุดน้ำค้าง (Dew Point)

ตามธรรมชาติ ปริมาณของไอน้ำที่มีอยู่ในอากาศนั้นไม่มากพอที่จะทำ
ให้ อากาศอิ่มตัวด้วยไอน้ำตัวใด กระนั้นความดันของไอน้ำที่มีอยู่ในอากาศ
จึงน้อยกว่าค่าสูงสุดแห่งความดันของไอน้ำประจำอุณหภูมิที่เท่ากับอุณหภูมิ
ของอากาศ แต่ถ้าเมื่อทำให้ อากาศนั้นค่อยๆ เย็นลงจนถึงอุณหภูมิหนึ่ง
ซึ่งเรียกว่าจุดน้ำค้าง ปริมาณของไอน้ำซึ่งมีอยู่ในอากาศนั้นจะเป็นปริมาณ
ซึ่งพอดีที่จะทำให้ อากาศอิ่มตัวไปด้วยไอน้ำตัวใด เมื่ออากาศเย็นลงจนถึง

๑๖๑. การหาจุดน้ำค้างและการคำนวณหาความชื้นสัมพัทธ์

วิธีหาจุดน้ำค้างและการคำนวณหาความชื้นสัมพัทธ์นั้นมีหลายวิธี ในตอนนี้จะกล่าวถึงแต่วิธีที่ทำได้ง่าย ๆ เพื่อให้เข้าใจหลักเสียก่อน ส่วนวิธีที่ใช้ไฮโกรมิเตอร์แบบต่าง ๆ นั้นจะได้อธิบายในข้อต่อไป.

เทน้ำใส่ถ้วยแก้วบาง ๆ ให้เต็มเพียงครึ่งถ้วย ค่อย ๆ หย่อนน้ำแข็งก้อนเล็ก ๆ ลงในน้ำทีละน้อย ๆ แล้วคนให้ทั่ว ตรวจดูอุณหภูมิในขณะที่มีเมฆน้ำปรากฏขึ้นที่ถ้วยแก้วตอนนอก อุณหภูมินี้คืออุณหภูมิจุดน้ำค้าง.

ตอนการทดลองที่กล่าวแล้วอีกครึ่งหนึ่ง โดยปล่อยให้ให้น้ำในถ้วย ซึ่งมีอุณหภูมิค่าอยู่นั้นให้ค่อย ๆ อุณหภูมิสูงขึ้น ๆ และตรวจดูอุณหภูมิในขณะที่มีเมฆน้ำหายที่สุดท้ายซึ่งเกาะด้วยคอนภายในตอนนั้นหายไป ผลเฉลี่ยของอุณหภูมิที่ทำให้ในการทดลองทั้ง ๒ ครั้งจะเป็นอุณหภูมิของจุดน้ำค้าง ซึ่งใกล้เคียงกับความจริงมากขึ้น.

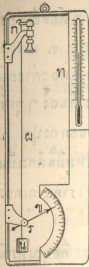
ตรวจดูอุณหภูมิของอากาศ แล้วดูจากตารางว่าค่าสูงสุดของความชื้นแห่งไอน้ำประจำอุณหภูมิของอากาศและอุณหภูมิของจุดน้ำค้างเป็นเท่าใด แล้วหาคำนวณ คือถ้าจุดน้ำค้างเป็น 10°C . และอุณหภูมิของอากาศเป็น 15°C .

$$\text{ความชื้นสัมพัทธ์} = \frac{\text{ค่าสูงสุดแห่งความชื้นของไอน้ำประจำอุณหภูมิ } 10^{\circ}\text{C.}}{\text{ค่าสูงสุดแห่งความชื้นของไอน้ำประจำอุณหภูมิ } 15^{\circ}\text{C.}}$$

$$= \frac{9.6}{12.8} = 0.75$$

๑๖๒. ไฮโกรสโคป (Hygroscope)

ไฮโกรสโคปเป็นเครื่องมือใช้สำหรับบอกการเปลี่ยนแปลงแห่งความชื้น



ของอากาศ มีรูปร่างและลักษณะอย่างในภาพ ก. เป็นเทอร์มอมิเตอร์สำหรับวัดอุณหภูมิของอากาศ ข. เป็นเส้นผมซึ่งมีปลายข้างหนึ่งติดกับเครื่องหนีบ ก. และปลายอีกข้างหนึ่งพันรอบตุลกรอก ข. ปลายข้างที่พันตุลกรอกนั้นหันหน้า ม. กว้างเพื่อให้เส้นผมพันตุลกรอกอย่างแน่นและห้อยอย่างคัง ข. เป็นเข็มซึ่งติดอยู่กับตุลกรอก เมื่อตุลกรอกหมุนเข็มก็หมุนไปด้วย ค. เป็นมาตราส่วนซึ่งใช้สำหรับอ่านค่าแห่งที่เข็ม ข. ข. เส้นผมทั้งสองข้างเมื่อถูกความชื้นของอากาศก็หดตัว และเมื่ออากาศแห้งก็ขยายตัวยืดออกไป การหดและยืดตัวนั้นทำให้ตุลกรอกหมุนและทำให้เข็มหนีบชี้ความเล็งที่ต่าง ๆ บนมาตราส่วน แต่การยืดและหดตัวนั้นหาได้เป็นปฏิกิริยากับความชื้นไม่ ฉะนั้นเครื่องนี้จึงเป็นแค่เพียงเครื่องสำหรับใช้บอกเล่าว่ามีการเปลี่ยนแปลงแห่งความชื้นของอากาศเท่านั้น จะใช้เป็นเครื่องวัดการเปลี่ยนแปลงแห่งความชื้นเหมือนไฮโกรมิเตอร์ (Hygrometer) ไม่ได้.

๑๖๓. ไฮโกรมิเตอร์แบบแดเนียล (Daniell's Hygrometer)

ไฮโกรมิเตอร์นี้เป็นเครื่องหาจุดน้ำค้างแบบเก่าที่สุดแบบหนึ่ง มีเครื่องประกอบคือ กระบอกแก้วสองกระบอก ก. และ ข. ติดต่อกันกันได้โดยหลอดแก้วซึ่งจะเป็นมุมฉากอย่างในภาพ หลอดแก้วหนึ่งติดกับเครื่องตึง ค. ในกระบอก ก. มีเทอร์มอมิเตอร์อยู่ประมาณครึ่งหนึ่ง และมิเตอร์มีเทอร์มอมิเตอร์ ข. อยู่ภายในด้วย ส่วนที่ว่างภายในหลอดแก้วและกระบอก ข. นั้นไม่มีสิ่งใดอยู่เลยนอกจากไอของอีเทอร์อย่างเดียว ที่กระบอก ค. มีเทอร์มอมิเตอร์ ค. ติดไว้เพื่อเป็นเครื่องวัดอุณหภูมิของอากาศภายนอก.



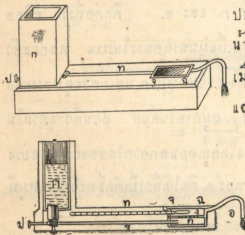
ในการหาจุดน้ำค้างเราเอาผ้าหุ้มกระปุก ข. แล้วค่อย ๆ หยดอีเทอร์ลงบนผ้านี้ เพื่อใช้การระเหยเป็นไอของอีเทอร์นั้นทำให้กระปุก ข. เย็นลงเมื่อกระปุก ข. เย็นลงแล้วไอของอีเทอร์ภายในก็กลั่นตัวเป็นของเหลวค้างอยู่ในกระปุกนี้ และอีเทอร์ในกระปุก ก. ค่อย ๆ กลายเป็นไอละเอียดเย็นลง ๆ ทุกทีในที่สุดจะเย็นลงจนกระทั่งถึงจุดซึ่งมีเมื่อนำมาปรากฏขึ้นที่ภายนอกกระปุก ก. เมื่อถึงตอนนั้นให้รีบอ่านดูอุณหภูมิจากเทอร์มอมิเตอร์ ค. อุณหภูมินี้จะเป็นอุณหภูมิจุดน้ำค้าง ส่วนอุณหภูมิของอากาศภายนอกนั้น เราดูจากเทอร์มอมิเตอร์ ก.

ความชื้นสัมพัทธ์ สมมุติว่าผลที่ได้จากการทดลองเป็นดังต่อไปนี้ คืออุณหภูมิแห่งจุดน้ำค้างเป็น ๙.๖°ซ. และอุณหภูมิของอากาศเป็น ๑๔.๖°ซ. เมื่อดูจากตารางในข้อ ๑๕๘ ปรากฏว่าค่าสูงสุดแห่งความดันของไอประจำอุณหภูมิ ๙.๖°ซ. เป็น ๘.๕ และประจำอุณหภูมิ ๑๔.๖°ซ. เป็น ๑๑.๘ ดังนั้น

$$\text{ความชื้นสัมพัทธ์} = \frac{๘.๕}{๑๑.๘} = ๐.๗๑$$

๑๖๔. ไฮโกรมิเตอร์แบบไดน์ (Dine's Hygrometer)

ไฮโกรมิเตอร์แบบนี้เป็นเครื่องที่ใช้วัดความดันไอน้ำโดยตรง ประกอบด้วยสองส่วนประกอบดังต่อไปนี้ คือ ก. เป็นที่ใส่ น้ำเย็นหรือน้ำเย็นปนน้ำแข็ง มีป. เป็นที่กดน้ำให้ขึ้นในหลอดเมื่อเปิดก๊อกบ. น้ำที่ไหลไปตามท่อ ข. เข้าห้อง ค. และผุดขึ้นขึ้นไปตามรูที่เพดานของห้อง ค. เข้าไปในห้อง ง. แล้วออกทาง อ. ในห้อง ง. มีกระเปาะปรอทของเทอร์มอมิเตอร์ ค. ซึ่งวางตามนอนนั้นจมอยู่ เมื่อดูจากข้างบนที่อ่านอุณหภูมิของน้ำเย็นตอนนั้นได้ว่าเป็นที่ของค่า



จ. ซึ่งเป็นเพดานของห้อง ง. นั้นทำด้วยกระจกบาง ๆ ซึ่งมีสีดำ เพราะเหตุ
ว่าเมื่อมีแสงเข้ามาจากกระจกสีดำ เราอาจมองเห็นได้เร็ว คือคงแต่

เริ่มต้นปรากฏ.

ในการหาจุดน้ำค้าง เราใช้น้ำเย็น หรือเมื่อเห็นว่าความเย็นของน้ำเย็น
ธรรมดาไม่น่าพอ เราก็จำเป็นต้องใช้น้ำเย็นปนน้ำแข็ง เทนานได้ดังใน
ถัง ก. เบ็ดที่ออก ป. ให้น้ำค่อยๆ ไหลผ่านห้อง ค. และดันเข้าไปห้อง ง.
แล้วไหลออกทาง อ. น้ำเย็นทำให้อุณหภูมิของอากาศ จ. ค่อยๆ เย็นลง จนในที่สุด
จะถึงขีดหนึ่งซึ่งมีจุดน้ำค้างเริ่มปรากฏเป็นฝ้าขึ้นที่กระจก จ. อ. เมื่อถึง
ตอนนั้นให้รีบเบ็ดที่ออก ป. และอ่านจากเทอร์มอมิเตอร์ ท. อุณหภูมิของน้ำ
ในห้อง ง. อุณหภูมินี้เป็นอุณหภูมิแห่งจุดน้ำค้าง แต่ถ้าจะให้ดีเราควร
ปล่อยให้ น้ำในห้อง ง. ตั้งไว้ ให้อุณหภูมิสูงขึ้น แล้วค่อยอ่านดู
อุณหภูมิของน้ำในขณะที่ผ่านน้ำค้างบนกระจก จ. อ. นั้นหายไปหมดพอดี น้ำ
อุณหภูมิที่ได้อ่านในสองคราวนั้นไปคิดเฉลี่ย ผลที่ได้จะเป็นอุณหภูมิแห่งจุดน้ำค้าง
อย่างที่ได้กล่าวไว้ข้างต้น.

๑๖๕. ไฮโกรมิเตอร์แบบเรโนลต์ (Regnault's Hygrometer)

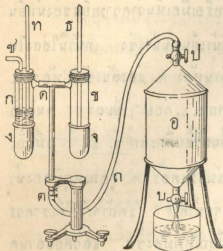
เครื่องมือลักษณะอย่างในภาพ ก. เป็นหลอดแก้วซึ่งมีปลายข้างต้น
หุ้มด้วยแผ่นเงิน ง. บาง ๆ ที่ปากหลอดมีลูกตุ้ม ท. เป็นเทอร์มอมิเตอร์
ข. เป็นหลอดแก้วซึ่งถือเป็นมุมฉากและมีปลายข้างหนึ่งหย่อนลงไปเกือบถึง
ก้นหลอด ก. ตอนบนของหลอด ก. ติดต่อกับแอดมิเรเตอร์ (Aspirator) อ.
ซึ่งเป็นเครื่องดูดระบายอากาศจาก ก. โดยช่องทาง ค. ด. แอดมิเรเตอร์
อ. นั้นเป็นถังซึ่งมีน้ำอยู่เต็ม หลอดแก้ว ข. เป็นหลอดที่ลักษณะเหมือน

เบลดอด

เทอร์มอมิเตอร์

กับหลอด ก. ทุกอย่าง คือ จ. เป็นแผ่นเงินบาง ๆ ทุ้มอยู่ที่ปลาย และ จ. เป็นเทอร์มอมิเตอร์ แต่หลอดคนไม่มีช่องซึ่งเป็นทางติดต่อกับสิ่งใดเลย.

เมื่อต้องการหาจุดน้ำค้างของอากาศในที่ใดก็ตามเครื่องนี้ไปตั้ง ณ ที่นั้น เท



ของที่ระเหยเป็นไอได้ง่ายใส่ลงในหลอดแก้ว ก. แต่ในการทดลองที่จะกล่าวต่อไปนี้เราจะใช้อีเทอร์เปิดก๊อก ป. ให้มีทางติดต่อกับอากาศภายในหลอด ก. แล้วเปิดก๊อก ข. ให้น้ำในถังไหลออกโดยจำนวนที่พอสมควรและสม่ำเสมอตลอดเวลาภายในถึงที่จะค่อย ๆ มีที่ว่างมากขึ้น ๆ เมื่อภายในถึงมีที่ว่างมากขึ้น ก็ดูดเอาอากาศจากหลอด ก. เข้าไปบรรจุ ฉะนั้นอีเทอร์ในหลอด ก. จึงได้รับอากาศซึ่งเข้าทางหลอด จ. แล้วเคียวผ่านอยู่เรื่อย

ไปอย่างสม่ำเสมอ ทำให้อีเทอร์ระเหยเป็นไออย่างรวดเร็ว การที่อีเทอร์ระเหยเป็นไอทำให้อุณหภูมิของตัวเองลดต่ำลง และในที่สุดก็จะเย็นลงมากจนกระทั่งเกิดเป็นฝ้าเมื่อน้ำจับที่แผ่นเงินปลายหลอดแก้ว ก. เมื่อถึงตอนนั้นให้รีบดูเทอร์มอมิเตอร์ ค. และจดอุณหภูมิไว้ อุณหภูมินี้คืออุณหภูมิจุดน้ำค้าง (แต่จะต่ำกว่าความเป็นจริงบ้าง เพราะเหตุว่าเมื่อละอองของเมื่อน้ำแรกมาเกาะนั้นเรามองไม่เห็น จะเห็นได้ก็เมื่อจับกันมากแล้ว) ปิดก๊อก ป. และ ข. ปล่อยให้อุณหภูมิของแผ่นเงิน จ. ค่อย ๆ เพิ่มขึ้นขึ้น ๆ เมื่อน้ำซึ่งจับอยู่ที่แผ่นเงิน จ. จะค่อย ๆ ทุกลายเป็นไอลงไป ให้ตรวจและจดอุณหภูมิในขณะที่น้ำหยดสุดท้ายกลายเป็นไอลงหายไป คิดเฉลี่ยอุณหภูมิที่ท่า

ได้จากการทำงานของทั้ง ๒ คราวนั้น ผลเฉลี่ยที่ได้จะเป็นอุณหภูมิของจุด
น้ำค้างที่ใกล้กับความจริง.

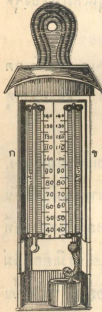
ถ้าจัดให้อากาศผ่านฮีเทอร์ได้น้อยๆ และช้าๆ แล้ว เราอาจสังเกต
ผ่านซึ่งปรากฏขึ้นที่แผ่นเงิน จ. ได้เร็วทันทั้งที่ตั้งแต่แรกเกิด และตรวจดู
อุณหภูมิในตอนให้ไต่ ไกด์ ชัด กับจุดน้ำค้างยิ่งขึ้น.

หลอดแก้ว ข. เป็นหลอดที่จัดขึ้นไว้ดูเปรียบเทียบ คือเมื่อแผ่นเงิน จ.
มีลักษณะติดกับแผ่นเงิน จ. ก็ทราบได้ทันทีว่าไอน้ำเริ่มมากจนตัวจับกัน
เป็นละอองน้ำเกาะอยู่ที่แผ่นเงิน จ. แล้ว จะได้ตรวจดูอุณหภูมิให้ทันทั้งที่
แค่หลอด ข. น้ำได้เป็นส่วนประกอบอันสำคัญอย่างใดของไฮโกรมิเตอร์ไม่
แต่ไม่มีช่องซึ่งเป็นทางติดต่อกับสิ่งใด ๆ มีแต่เทอร์มอมิเตอร์ อ. ซึ่งใช้เช่น
เครื่องวัดอุณหภูมิของอากาศอย่างธรรมดาในที่นั้น.

เพื่อจะให้ ได้ผลดียิ่งขึ้น ควรทำการทดลองทวนไปมาหลาย ๆ ครั้ง
จนกระทั่งได้ผลว่าอุณหภูมิในขณะไอน้ำมากจนตัวปรากฏขึ้นและหายไปจาก
แผ่นเงิน จ. นั้นต่างกันเพียง ๐.๕° ซ. ในขณะทำการทดลองไม่ควรมีแผ่น
กระจกเพื่อป้องกันมิให้ผู้ทำการทดลองนั้นหายใจรดและทำให้ปรากฏเป็น
ฝ้าขึ้นที่แผ่นเงิน จ. อีกประการหนึ่งควรตั้งแอดัมส์เรเตอร์ อ. ให้ห่าง ๆ เพื่อ
ป้องกันมิให้เป็นเครื่องที่จะทำอุณหภูมิของอากาศให้เปลี่ยนแปลงไป.

๑๖๖. ไฮโกรมิเตอร์แบบกะเปาะเปียกและแห้ง(Wet and Dry Bulb Hygro-
meter) หรือแบบเมสัน(Mason)

เครื่องนี้ประกอบด้วยเทอร์มอมิเตอร์ ๒ อัน อันหนึ่งคือเทอร์
มอมิเตอร์ ก. ใช้อย่างธรรมดา สำหรับวัดอุณหภูมิของอากาศ อีกอัน



หนึ่งคือเทอร์มอมิเตอร์ ข. มีผ้าหุ้มกระเปาะปรอท ผ่านมันน้ำ
ขึ้นอยู่เสมอ โดยอาศัยน้ำได้เทียบซึ่งมีปลายข้างหนึ่งจุ่มลงใน
ถ้วยน้ำและปลายอีกข้างหนึ่งพันติดกับผ้าที่หุ้มกระเปาะปรอทนั้น ถ้วย
น้ำที่อาศัยได้เทียบจุ่มในควรวางเอาไปข้างหนึ่ง อย่าให้อยู่ตรงกับ
ใต้กระเปาะปรอท.

หลักสำคัญของเครื่องนี้คือ น้ำที่ผ้าซึ่งหุ้มกระเปาะปรอทนั้นระเหย
เป็นไออยู่เสมอ และในการระเหยเป็นไอน้ำจะดูดเอาความร้อน
มาจากปรอทในเทอร์มอมิเตอร์ ข. ทำให้อุณหภูมิของปรอทใน
เทอร์มอมิเตอร์ ข. นั้นลดต่ำกว่าอุณหภูมิของเทอร์มอมิเตอร์ ก.
ถ้าอากาศแห้ง (คือไม่ไอน้ำ) น้ำที่ผ้าจะระเหยเป็นไอไปได้มาก
และเร็ว เป็นการทำให้อุณหภูมิของเทอร์มอมิเตอร์ ข. ลดลงมาก
ถ้าอากาศชื้น (คือมีไอน้ำค่อนข้างมาก) น้ำที่ผ้าจะระเหยเป็นไอไปได้น้อยและช้า ทำ
ให้อุณหภูมิของเทอร์มอมิเตอร์ ข. ลดลงแต่เพียงเล็กน้อย แต่ถ้าอากาศนั้น
อิ่มตัวไปด้วยไอน้ำแล้ว ก็จะไม่มีการระเหยเป็นไอน้ำไปเพิ่มขึ้นได้ อุณหภูมิ
ของเทอร์มอมิเตอร์ ข. จะไม่ลดลงเลย คือเทอร์มอมิเตอร์ ข. จะมีอุณหภูมิ
เท่ากับเทอร์มอมิเตอร์ ก. และอุณหภูมินี้จะเป็นอุณหภูมิแห่งจุดน้ำค้างของ
อากาศในเวลานั้น.

จากเหตุผลที่กล่าวมาแล้ว เห็นได้ว่าส่วนต่างกันระหว่างอุณหภูมิ
ของเทอร์มอมิเตอร์ของอันหนึ่งและอันหนึ่งนั้นจะมากหรือน้อย ก็เนื่องจาก
การระเหยเป็นไอซึ่งได้ถอนความร้อนออกจากกระเปาะเทอร์มอมิเตอร์อันแยก
และส่วนต่างกันเป็นปฏิกิริยา (Proportional) กับความเร็ว (Rate) ในการ
ระเหยเป็นไอน้ำซึ่งเกิดขึ้น สำหรับความเร็วแห่งการระเหยนั้นก็เกี่ยวเนื่อง
กับจำนวนความดันแห่งไอน้ำในอากาศ ฉะนั้นส่วนต่างกันระหว่างอุณหภูมิ

ของเทอร์มอมิเตอร์ทั้งตั้งก็ยังคงเกี่ยวเนื่องกับความชื้นของอากาศ นัก
วิทยาศาสตร์ได้คิดทำตารางบัญชี ดังที่ปรากฏข้างล่างนี้ เพื่อไว้ดูและ
คำนวณหาจุดน้ำค้างและความชื้นได้ อย่างสะดวก ความสะดวกแห่งไฮโกร
มิเตอร์แบบนี้ทำให้พวกอุตุนิยมนิยวิทยา (Meteorologists) นิยมใช้.

อุณหภูมิ ของเทอร์ มอมิเตอร์ อันหนึ่ง (เซ็นติเกรด)	จำนวนองศาซึ่งอุณหภูมิของเทอร์มอมิเตอร์อันนี้เบี่ยงเบนต่ำกว่าอันหนึ่ง										
	๐° ช.	๑° ช.	๒° ช.	๓° ช.	๔° ช.	๕° ช.	๖° ช.	๗° ช.	๘° ช.	๙° ช.	๑๐° ช.
	๐° ช.	๑° ช.	๒° ช.	๓° ช.	๔° ช.	๕° ช.	๖° ช.	๗° ช.	๘° ช.	๙° ช.	๑๐° ช.
จำนวนมิลลิเมตรของความดันไอน้ำในอากาศ											
๑๓	๑๔.๔	๑๓.๐	๑๑.๕	๑๐.๑	๘.๗	๗.๔	๖.๒	๕.๕	๔.๓	๓.๒	๒.๕
๑๔	๑๕.๔	๑๓.๗	๑๒.๓	๑๐.๘	๙.๕	๘.๓	๖.๗	๕.๕	๔.๓	๓.๑	๒.๐
๑๕	๑๖.๔	๑๔.๗	๑๓.๒	๑๑.๗	๑๐.๓	๘.๗	๗.๕	๖.๒	๕.๕	๔.๓	๓.๕
๑๖	๑๗.๔	๑๕.๗	๑๔.๑	๑๒.๖	๑๑.๑	๙.๗	๘.๓	๖.๕	๕.๖	๔.๓	๓.๕
๑๗	๑๘.๔	๑๖.๗	๑๕.๑	๑๓.๕	๑๒.๐	๑๐.๕	๙.๐	๗.๖	๖.๓	๕.๐	๓.๕
๑๘	๑๙.๔	๑๗.๗	๑๖.๑	๑๔.๕	๑๒.๙	๑๑.๔	๙.๕	๘.๔	๗.๐	๕.๗	๔.๕
๑๙	๒๐.๔	๑๘.๐	๑๖.๓	๑๔.๖	๑๓.๑	๑๑.๖	๙.๗	๘.๗	๗.๓	๖.๕	๕.๕
๒๐	๒๑.๔	๑๙.๐	๑๗.๓	๑๕.๖	๑๔.๑	๑๒.๖	๑๐.๗	๙.๗	๘.๓	๗.๕	๖.๕
๒๑	๒๒.๔	๒๐.๐	๑๘.๓	๑๖.๖	๑๕.๑	๑๓.๖	๑๑.๗	๑๐.๗	๙.๗	๘.๗	๗.๕
๒๒	๒๓.๔	๒๑.๐	๑๙.๓	๑๗.๖	๑๕.๑	๑๓.๖	๑๑.๗	๑๐.๗	๙.๗	๘.๗	๗.๕
๒๓	๒๔.๔	๒๒.๐	๒๐.๓	๑๘.๖	๑๖.๑	๑๔.๖	๑๒.๗	๑๑.๗	๑๐.๗	๙.๗	๘.๗
๒๔	๒๕.๔	๒๓.๐	๒๑.๓	๑๙.๖	๑๗.๑	๑๕.๖	๑๓.๗	๑๒.๗	๑๑.๗	๑๐.๗	๙.๗
๒๕	๒๖.๔	๒๔.๐	๒๒.๓	๒๐.๖	๑๘.๑	๑๖.๖	๑๔.๗	๑๓.๗	๑๒.๗	๑๑.๗	๑๐.๗
๒๖	๒๗.๔	๒๕.๐	๒๓.๓	๒๑.๖	๑๙.๑	๑๗.๖	๑๕.๗	๑๔.๗	๑๓.๗	๑๒.๗	๑๑.๗
๒๗	๒๘.๔	๒๖.๐	๒๔.๓	๒๒.๖	๒๐.๑	๑๘.๖	๑๖.๗	๑๕.๗	๑๔.๗	๑๓.๗	๑๒.๗
๒๘	๒๙.๔	๒๗.๐	๒๕.๓	๒๓.๖	๒๑.๑	๑๙.๖	๑๗.๗	๑๖.๗	๑๕.๗	๑๔.๗	๑๓.๗
๒๙	๓๐.๔	๒๘.๐	๒๖.๓	๒๔.๖	๒๒.๑	๒๐.๖	๑๘.๗	๑๗.๗	๑๖.๗	๑๕.๗	๑๔.๗

คำอธิบายตารางบัญชี

สมมุติว่าในตอนบ่ายวันหนึ่ง เมื่อปรากฏว่า

- ก. อุณหภูมิของเทอร์มอมิเตอร์อันหนึ่งเป็น 35°C . และอันเบี่ยงเป็น 31°C . คือมีอุณหภูมิต่างกันอยู่ $(35 - 31) = 4^{\circ}\text{C}$. ถ้าเราอยากทราบว่าความดันของไอน้ำในอากาศเวลานั้นเป็นเท่าใด เราก็เอาไม้บรรทัดวางตามตรงที่บรรทัดซึ่งบอกว่าอุณหภูมิของเทอร์มอมิเตอร์อันหนึ่งเป็น 35°C . และเอาหัวขวานลงที่แถวครึ่ง ซึ่งบอกว่าอุณหภูมิของเทอร์มอมิเตอร์อันเบี่ยงต่ำกว่าอันหนึ่ง 4°C . แล้วดูจากหัวขวานยังบรรทัดที่มีไม้บรรทัดทาบนั้น จะพบจำนวนเลข ๑๖.๐ เลขจำนวนนั้นบอกเราไว้ว่าเมื่ออุณหภูมิของเทอร์มอมิเตอร์อันหนึ่งเป็น 35°C . ของเทอร์มอมิเตอร์อันเบี่ยงเป็น 31°C . และมีจำนวนต่างกันอยู่ 4°C . นั้น ไอน้ำในอากาศมีความดัน ๑๖.๐ มิลลิเมตร.

- ข. ถ้าอุณหภูมิของเทอร์มอมิเตอร์ทั้งสองนั้นไม่ต่ำกว่ากันเลย (คือเท่ากัน) เช่นต่างก็ปรากฏว่ามีอุณหภูมิ 18°C . (ส่วนต่างกันระหว่างอุณหภูมิของเทอร์มอมิเตอร์ทั้งสองเป็น 0°C .) เราทราบได้ว่าในเวลานั้นอากาศอิ่มตัวไปด้วยไอน้ำแล้ว ไม่มีภาวะระเหยเป็นไอไปเพิ่มขึ้นอีกได้ ฉะนั้นตัวเลขจำนวน 14.4 ซึ่งอยู่ตรงที่บรรทัดบนซึ่งบอกว่า 18°C . และแถวครึ่งซึ่งบอกว่า 0°C . ตัดกันนั้น บอกให้เราทราบว่าในขณะนั้นอุณหภูมิเป็น 18°C . และอากาศอิ่มตัวไปด้วยไออิ่มตัวซึ่งมีความดัน 14.4 มิลลิเมตร ฉะนั้นจำนวนเลขซึ่งอยู่ในแถวที่บอกกว่า 0°C . ทั้งแถว เป็นตัวเลขที่บอกความดันของไออิ่มตัวในอากาศซึ่งมีอุณหภูมิต่าง ๆ กัน เช่น 14.4 เป็นจำนวนมิลลิเมตรของความดันแห่งไออิ่มตัวเมื่อ 17°C . 13.4 ,, ,, ,, ,, ,, ,, ,, 12.5°C .

๑๖.๔ เป็นจำนวนมิติเมตรของความดันแห่งไอ้มืดตัว เมื่อ ๑๘°ซ.

๑๗.๔ " " " " " " " " ๒๐°ซ.

๑๘.๕ " " " " " " " " ๒๑°ซ.

๑๙.๗ " " " " " " " " ๒๒°ซ.

วิธีหาความชันสัมพันธ์จากตารางบัญชี สมมุติว่าอุณหภูมิของเทอร์มอมิเตอร์

อันหนึ่งเป็น ๒๕°ซ. และอันแยกเป็น ๒๑°ซ. อุณหภูมิของเทอร์มอมิเตอร์

อันแยกต่ำกว่าอันหนึ่ง (๒๕-๒๑) = ๔°ซ. เราได้ตรวจจากตารางบัญชี

ตามวิธีที่ได้กล่าวมาแล้วในคอนคำอธิบายข้อ ๑. คำว่าความดันของไอน้ำใน

อากาศเวลานั้นเป็นเท่าใด ปรากฏว่าเป็น ๑๖.๐ มิติเมตร ต่อจากนั้นไปก็

ตรวจจากตารางบัญชีตามวิธีที่ได้กล่าวไว้แล้วในคอนคำอธิบายข้อ ๒. คำว่า

ไอ้มืดตัวประจำอุณหภูมิของเทอร์มอมิเตอร์อันหนึ่ง (คือ ๒๕°ซ.) นั้นเป็นเท่า

ใด สำหรับชั้นปรากฏว่าเป็น ๒๓.๖ มิติเมตร.

$$\begin{aligned} \therefore \text{ความชันสัมพันธ์} &= \frac{\text{ความดันของไอน้ำซึ่งมีอยู่ในอากาศขณะนั้น}}{\text{ความดันของไอ้มืดตัวซึ่งเป็นค่าสูงสุดประจำ}} \\ &\quad \text{อุณหภูมิของอากาศในขณะนั้น} \\ &= \frac{๑๖.๐}{๒๓.๖} = ๐.๖๘... \end{aligned}$$

วิธีหาจุดน้ำค้าง สมมุติว่าอุณหภูมิของเทอร์มอมิเตอร์อันหนึ่งเป็น ๒๕°ซ. และ

อันแยกเป็น ๒๑°ซ. อุณหภูมิของเทอร์มอมิเตอร์อันแยกต่ำกว่าอันหนึ่ง

(๒๕-๒๑) = ๔°ซ. เราได้ตรวจจากตารางบัญชีตามวิธีที่ได้กล่าวแล้วใน

คอนคำอธิบายข้อ ๑. คำว่าความดันของไอน้ำในอากาศเวลานั้นเป็นเท่าใด

ปรากฏว่าเป็น ๑๖.๐ มิติเมตร ต่อจากนั้นไปก็ตรวจจากตาราง บัญชีใน

แถวซึ่งบอกค่า ๐°ซ. ตรวจตามวิธีที่ได้กล่าวแล้วในคอนคำอธิบายข้อ ๒.

ดูว่าความดันของไออิ่มตัวประจำอุณหภูมิใดบ้างที่เกิดซ้ำกับ ๑๖.๐ มิลติเมตร
ปรากฏว่า

ความดันของไออิ่มตัวประจำอุณหภูมิ ๑๘°ซ. เป็น ๑๕.๕ มิลติเมตร

“ “ “ “ “ ๑๙°ซ. “ ๑๖.๕ “

จุดน้ำค้างมีค่าอยู่ในระหว่าง ๑๘° กับ ๑๙°ซ.

ความดันของไอน้ำในอากาศซึ่งเป็น ๑๖.๐ มิลติเมตรนั้นต่ำกว่าค่า

ความดันของไออิ่มตัวประจำอุณหภูมิ ๑๙°ซ. อยู่ ๐.๕ มิลติเมตร

แต่เมื่อความดันของไออิ่มตัวระหว่าง ๑๘°ซ. กับ ๑๙°ซ. นั้นต่ำกว่ากัน

$(๑๖.๕ - ๑๕.๕) = ๑$ มิลติเมตร อุณหภูมิต่ำกว่ากัน ๑°ซ.

เมื่อความดันของไออิ่มตัวต่ำกว่ากัน ๑ มิลติเมตร อุณหภูมิต่ำกว่ากัน ๑°ซ.

“ “ “ “ “ ๐.๕ “ “ $\frac{๑°ซ. \times ๐.๕}{๑} = ๐.๕°ซ.$

ดังนั้นจุดน้ำค้างก็ต้องต่ำกว่า ๑๙°ซ. อยู่เป็นจำนวน ๐.๕°ซ. คือจุดน้ำค้างมี

ค่าเป็น $(๑๙ - ๐.๕) = ๑๘.๕°ซ.$

๑๖๗. เมฆ (Cloud)

เมฆเกิดจากการกลั่นตัวของไอน้ำซึ่งมีอยู่ในอากาศตอนที่อยู่เบื้องบน
ส่วนสำคัญประกอบด้วยเม็ดน้ำเล็กๆ เม็ดน้ำเหล่านี้เล็กมาก ฉะนั้นจึง
เป็นแต่เพียงค่อยๆ ลดยกลงมาอย่างช้าๆ.

ถ้าขึ้นไปตรวจดูการทดลองข้อ ๑๕๖ ก. แล้ว จะได้รับความเข้าใจ
ในเรื่องการบังเกิดเมฆแจ่มแจ้งยิ่งขึ้น คือเมื่อไอน้ำพุ่งออกมาจากพวยนั้น มี
จำนวนมากและเร็วเกินที่จะพอแทรกหรือแจกจ่ายไปในอากาศได้ทัน ฉะนั้นใน
อาณาเขตที่ใกล้พวยซึ่งมีไอน้ำอยู่มาก ไอน้ำจึงได้กลั่นตัวเป็นเม็ดน้ำอย่าง

เด็ก ๆ เหมือนกับเมฆ ถ้าดูจากความเป็นไปตามธรรมชาติแล้ว กรรมวิธ (Process) แห่งการบังเกิดเมฆโดยเหตุซึ่งมีทั้งไอน้ำอันเป็นจำนวนมากเกินที่จะ แยกจ่ายกันไปอย่างสม่ำเสมอเป็นครั้งคราว หาใช้กรรมวิธที่บังเกิดอยู่เสมอๆ ไม่.

ตามกฎที่เราได้เรียนมาแล้ว เราทราบจำเมื่อแสงมีความดันดันน้อยลง นัยปริมาณที่เพิ่มขึ้น และถ้าแสงไม่ได้รับความร้อนจากสิ่งใด แสงนั้นก็ ต้องใช้ความร้อนในตัวซึ่งเป็นภาระที่ทำให้ตัวของตัวเย็นลง ถ้ากรรมวิธนั้นบัง เกิดอยู่เรื่อยๆ ไปแล้ว ในที่สุดไอน้ำซึ่งมีอยู่ในแสงก็แยกออกมาจับเป็น ละอองเมฆน้ำ ความดันไปตามธรรมชาติก็เป็นอย่างที่กล่าวมาแล้วนี้ คือ อากาศซึ่งลอยสูงขึ้นไปบนนั้นเย็นลงเนื่องจากมีการลดความดันบังเกิดขึ้น ทำ ให้งังเกิดเมฆ.

เมื่อกระแสอากาศซึ่งมีอุณหภูมิต่างกันมาพบกัน อากาศที่ค่อนข้างที่ประเท กันนั้นเป็นคอนที่ทำให้เกิดการกลั่นตัวและเป็นเมฆได้.

เมฆไม่ใช่ก้อนวัตถุซึ่งลอยอยู่แต่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงอะไร ความ จริงเมฆคือกลุ่มละอองเมฆน้ำซึ่งเกิดจากการกลั่นตัวของไอน้ำ แต่มีการ เปลี่ยนแปลงอยู่เสมอ คือไอน้ำกลั่นตัวเป็นละอองเมฆน้ำบางก็มี ละอองเมฆ น้ำกลายเป็นไอละอองไปในอากาศค่อนข้าง ๆ บริเวณภายนอกนั้นก็มี ฉะนั้น เราว่าเมฆลอยก็ไม่สู้ตรงต่อความเป็นจริง.

การทดลอง หากครอบแก้วอันหนึ่งมาวางบนแท่นของหลอดของเครื่องสูบ แล้ว ดึงลูกสูบ ๆ เอาอากาศออกอย่างรวดเร็ว ๆ ดัง ๕-๖ ครั้ง เราจะเห็นว่าที่อากาศ ภายในมีละอองเมฆน้ำปรากฏเป็นเหมือนหมอกอยู่เต็ม การสูบอากาศออก อย่างเร็วนี้ทำให้อากาศขยายตัว ดังนั้นจึงเย็นลงและไอน้ำจึงกลั่นตัวเป็น ละอองเมฆน้ำ.

๑๖๘. ฝน(Rain), สโนว์(Snow), ฝนลูกเห็บ (Hail).

เราทราบแล้วว่าเมื่ออากาศขยายตัวนั้นอากาศเย็นลง จึงเป็นเหตุให้อากาศเย็นตัวเป็นละอองน้ำซึ่งปรากฏเป็นเมฆ เมื่อปรากฏเป็นเมฆแล้วถ้าอากาศยังคงเย็นลงอีก การกลั่นตัวเป็นน้ำต่อไปนี้จะยังเกิดมากขึ้น ทำให้ละอองน้ำมารวมกันเป็นเม็ดน้ำเม็ดโตๆ แล้วตกลงมาเป็นฝน ถ้าความเย็นนั้นเย็นจัดจนกระทั่งละอองน้ำแข็งตัวเสียก่อนที่จะจับกันเป็นเม็ดฝน เราก็จะเห็นเป็นสโนว์ตกลงมา แต่ถ้าเมื่ออากาศเย็นลงมากและละอองน้ำได้จับกันเป็นเม็ดฝนแล้ว เม็ดฝนนั้นจะกลายเป็นฝนลูกเห็บ (Hail) ตกลงมา

เหตุที่ทำให้บังเกิดฝนนั้นเหมือนกันทุกกับเหตุที่ทำให้บังเกิดเมฆ เช่น ในการที่อากาศซึ่งอุ่นและชื้นถูกทำให้เย็นลงโดย (ก) การที่ມາกระทบกับอากาศที่เย็นกว่าหรือพื้นที่ๆ เย็น (ข) การที่ขยายตัวของตัวเอง สำหรับข้อ (ข) นั้นบังเกิดเสมอในเมื่อเวลาที่อากาศอุ่นลอยขึ้นที่สูง โดยตามธรรมชาติเอง หรือโดยบังคับให้ลอยสูงขึ้นในตอนที่จะผ่านข้ามทิวเขา เพราะว่าในที่สูงมีความดันน้อย ดังนั้นอากาศจึงขยายตัว.

๑๖๙. หมอก (Fog)

วิธีการที่บังเกิดหมอกนั้นเหมือนกับวิธีการที่บังเกิดเมฆ เป็นแต่ว่าเมฆนั้นเกิดในที่สูงๆ ส่วนหมอกนั้นบังเกิดในที่ต่ำ คือในเขตที่ติดใกล้พื้นโลก ในอากาศที่ค่อนข้างเย็นเกิดหมอกนั้นมักเป็นอากาศที่อยู่นิ่งหรือเคลื่อนที่ช้าๆ โดยมากเหตุที่บังเกิดหมอกนั้นมักจะเป็นเพราะอากาศถูกทำให้เย็นจนมีอุณหภูมิต่ำกว่าจุดน้ำค้าง.

หมอกที่เกิดขึ้นทางแถบนิวฟันด์แลนด์(Newfoundland) นั้นเนื่องจากลมอุ่นที่ประกอบด้วยไอน้ำถูกทำให้เย็นลง โดยการที่ມากระทบกับอากาศที่เย็น.

อากาศอุ่นที่อ้อมตัวไปด้วยไอน้ำ เมื่อลอยขึ้นไปตามข้างเขาก็ถูกทำให้เย็นลง จนมีอุณหภูมิต่ำกว่าจุดน้ำค้าง แล้วบังเกิดเป็นหมอกปกคลุมเขา. ตามแม่น้ำซึ่งอยู่ในระหว่างเขา หรือตามทะเลสาบมักมีหมอกเสมอ เพราะเหตุว่าเมื่อน้ำอุ่นกว่าอากาศ น้ำก็กลายเป็นไอและสูงขึ้นไปมากจนอ้อมตัวเกินไประยะทำให้เกิดหมอก และเมื่อน้ำเย็นกว่าอากาศ อากาศชั้นที่สัมผัสกับน้ำก็ถูกทำให้เย็นลงต่ำกว่าจุดน้ำค้าง ทำให้บังเกิดหมอกขึ้น.

สสาร (Matter) เม็ดเล็กๆ ซึ่งอยู่ในอากาศนั้นเป็นของ อย่างหนึ่งซึ่งช่วยให้บังเกิดหมอกได้สะดวก คือเป็นสิ่งที่ไอน้ำอาศัยจับเกาะถล่มตัว ฉะนั้นเราจึงเห็นหมอกในเมฆใหญ่บ่อย ๆ.

๑๗๐. น้ำค้าง (Dew)

ในเวลากลางวันสิ่งของต่าง ๆ บนพื้นโลกถูกแสงอาทิตย์เผาให้ร้อน และอากาศที่อยู่ใกล้ติดกับสิ่งของนั้นๆ ก็ถูกเผาให้ร้อนเช่นเดียวกัน เหตุนี้ช่วยการระเหยเป็นไอของน้ำให้เกิดมากขึ้น ดังนั้นจำนวนไอน้ำในอากาศจึงมีมาก แต่ในเวลากลางคืนแสงอาทิตย์หมดไป ของทุกอย่างก็เริ่มเย็นลง ส่วนของที่คายความร้อนโดยการส่งรังสี (Radiation) ได้เร็ว ก็เย็นกว่าอากาศซึ่งอยู่รอบๆ ข้าง ดังนั้นอากาศที่สัมผัสกับสิ่งของเหล่านั้นจึงถูกทำให้เย็นลงจนในที่สุดก็มีอุณหภูมิต่ำกว่าจุดน้ำค้าง และเกิดเป็นอากาศที่อ้อมตัวไปด้วยไอน้ำในอุณหภูมิที่ต่ำ ครั้นเมื่อถูกทำให้เย็นลงต่อไป ไอน้ำบางส่วนก็ถล่มตัวเป็นเม็ดน้ำค้างจับที่ของสิ่งนั้น.

พฤติกรรม (Condition) ที่จำเป็นในการที่จะให้บังเกิดน้ำค้างมาก

ตามทฤษฎี (Theory) ที่กล่าวมาแล้วนี้ ถ้าจะให้เกิดน้ำค้างเป็นจำนวนมาก จำเป็นต้องมีพฤติกรรมดังต่อไปนี้.

- (ก) ท้องฟ้าแจ่มใส (ไม่มีเมฆ). เพื่อให้การคายความร้อนโดยวิธีแผ่รังสี (Radiation) ไปในอวกาศ (Space) นั้น ดำเนินไปได้ด้วยความสะดวก อย่างเต็มที่ ไม่เกิด การส่ง ความร้อน กลับมาโดยการสะท้อน (Reflection).
- (ข) อากาศนิ่ง. เพื่อให้อากาศที่สัมผัสกับสิ่งของต่างๆ นั้นคงสัมผัสอยู่เรื่อยไป จนกระทั่งถูกทำให้เย็นลงต่ำกว่าจุดน้ำค้าง.
- (ค) ของที่จะให้เกิดน้ำค้างเกาะต้องเป็นของที่มีสมบัติดังนี้ คือ

(๑) เป็น ของ ที่ คาย ความร้อน โดยการ แผ่รังสี (Radiation) ได้เร็ว เพราะเหตุว่าของสิ่งนั้นจะได้เย็นลงเร็ว ๆ.

(๒) เป็น วัตถุ อย่าง เดว (Bad Conductor) สำหรับ ความร้อน เพราะเหตุว่าเมื่อตัวของตัวคายความร้อนออกไปแล้ว จะได้ ไม่รับ ความร้อน จากพื้นโลก โดยการนำ (Conduction) อีก.

(๓) เป็น ของ ที่อยู่ ใกล้ พื้นโลก เพราะเหตุว่าถ้าอยู่สูงจากพื้นโลก แล้ว อากาศ ซึ่งอยู่ ใกล้ วัตถุ ของสิ่งนั้น เมื่อถูกทำให้เย็นลงก็จะตกลงมาต่ำ และอากาศอื่นซึ่งอุ่นจะเข้าไปแทนที่ ดังนั้นอากาศซึ่งมาสัมผัสกับของสิ่งนั้นจึงถูกทำให้เย็นลงจนถึงจุดน้ำค้างไม่ได้.

ตัวอย่าง ของที่มีคุณสมบัติอย่างนี้กล่าวในข้อ (ค) นี้คือของเช่นไม้, วัสดุฉนวน, หญ้า, ใบไม้ เป็นต้น หินหรือของที่เป็นโลหะ แม้จะเป็นของ ที่คายความร้อนโดยการแผ่รังสีได้เร็วก็จริง แต่เป็นควาหน้าที่สำหรับ ความร้อน ฉะนั้นจึงมีน้ำค้างเกาะน้อย.

หมายเหตุ ทฤษฎี (Theory) ที่กล่าว มา ข้างบนนั้นนับว่าเป็น ที่เชื่อถืออย่างหนึ่ง คือ น้ำค้างเกิดจากไอน้ำในอากาศ แต่มีการทดลองบางอย่างบ่งชี้ว่าน้ำค้างอาจจะเกิดจากไอที่ขึ้นมาจากพื้นโลก หรือจากพวกพืช (Vegetation) ได้.

แบบฝึกหัดชุดที่ ๑๕ ก.

๑. มีเหตุผลอย่างไรบ้างที่ทำให้ท่านเชื่อว่าในอากาศมีไอน้ำ.
๒. จงทำการทดลองซึ่งแสดงให้เห็นว่าในอากาศมีไอน้ำ.
๓. ความชื้นสัมพัทธ์คืออะไร.
๔. ถ้าอากาศทราบปริมาณของไอน้ำในอากาศ ท่านจะทำการทดลองเช่นใด.
๕. จุดน้ำค้างคืออะไร เมื่อทราบจุดน้ำค้างแล้วทำอย่างไรต่อไปจึงจะทราบความชื้นสัมพัทธ์ได้.
๖. จงอธิบายถึงไฮโกรสโคปมาให้ละเอียด.
๗. ไฮโกรมิเตอร์แบบแคปซูลมีลักษณะอย่างไร และใช้หาจุดน้ำค้างได้อย่างไร.
๘. จงหาจุดน้ำค้างโดยใช้เครื่องไฮโกรมิเตอร์แบบไดน์ และจากผลที่ได้ห้บอกวิธีหาความชื้นสัมพัทธ์มาด้วย.
๙. จงอธิบายถึงเครื่องไฮโกรมิเตอร์แบบเรโนลด์และวิธีใช้มาให้ละเอียด.
๑๐. ไฮโกรมิเตอร์แบบกะเปาะแห้งและเปียกนั้นใช้หาจุดน้ำค้างและความชื้นสัมพัทธ์ได้อย่างไร.
๑๑. จงอธิบายมาให้เห็นชัดเจนว่าเมฆเกิดขึ้นได้อย่างไร.
๑๒. ฝน, ฝนวุ้น, และฝนลูกเห็บเกิดขึ้นได้อย่างไร.
๑๓. หมดกับเมฆต่างกันหรือเหมือนกัน อธิบายมาให้ละเอียด.
๑๔. ทำไมจึงมีน้ำค้างเกิดขึ้น.
๑๕. พฤติสภาพที่จะช่วยให้เกิดน้ำค้างมีอะไรบ้าง.

แบบฝึกหัดชุดที่ ๑๕ ข.

๑. ถ้าเอาแก้วน้ำเย็น ๆ ไปตั้งไว้ในห้องที่อุ่น ภายนอกแก้วน้ำมักจะเปียกชื้นไปด้วยน้ำ แต่หาใช้เปียกโดยน้ำซึมออกมาจากภายในแก้วไม่ จงอธิบายเรื่องนี้มาให้แจ่มแจ้ง.

๒. ในวันที่หมอกทำไมแฉ่นตามจักรมวโน เวลาที่ผู้สวมเคียวจากที่แจ้งเข้าไปใน
ห้องที่อุ้ม และทำไมที่มันจึงหายไปได้รวดเร็ว.
๓. โยนที่พุ่งออกจากกาน้ำเต๋อคนนั้นหายไปอย่างไร.
๔. จงเขียนคำจำกัดความของจุดน้ำค้าง น้ำค้างเกิดขึ้นได้อย่างไร และทำไม
จึงจับอยู่ที่วัตถุพวกหนึ่งมากกว่าจับอยู่ที่วัตถุอีกพวกหนึ่ง.
๕. ทำไมผ้านั้น ๆ ที่ผ่งไว้ในที่ ๆ มืดมั่งจึงเย็น.
๖. จงอธิบายถึงเครื่องไฮโครมิเตอร์แบบใดแบบหนึ่งมาให้แจ่มแจ้ง และอธิบาย
ด้วยว่าการหาความชื้นสัมพัทธ์ทำอย่างไร.
๗. จงอธิบายถึงการเกิดหิมะและฝนตกเห็บมาให้ละเอียด.
๘. ถ้าเอาผ้าเปียก ๆ ไปผ่นไว้ ที่กระเปาะปรอทของเทอร์มอมิเตอร์ จะมีการ
เปลี่ยนแปลงอย่างไร ถ้าแทนที่จะใช้ผ้าชุบน้ำพันเราใช้ผ้าชุบด้วย (ก)
อีเทอร์ (ข) ด้วยน้ำมัน พันที่กระเปาะจะเกิดผลต่างกันอย่างไร จง
ชี้เหตุผลมาด้วย.
๙. จงหาความชื้นของอากาศเมื่อ 20° ช. และมีจุดน้ำค้างเป็น 10° ช.
๑๐. จงหาจุดน้ำค้างในขณะที่อากาศมีอุณหภูมิ 26.4° ช. และมีค่าความ
ชื้นสัมพัทธ์เป็น 30% .
๑๑. ในวันที่มีอากาศเย็น ปรากฏว่าในห้องที่มีผู้ชุมนุมกันมากมักจะมีหยด
น้ำตามฝาและหน้าต่าง จงอธิบายเรื่องนี้.
๑๒. ที่พูดว่าความดันของไออิ่มตัวเมื่อ 15° ช. เป็น 1.27 เซนติเมตรของปรอท
นั้นมีความหมายอย่างไร และในอุณหภูมิ 15° ช. นี้ไอน้ำมีความดันมาก
หรือน้อยกว่าที่กล่าวมาแล้วให้หรือไม่.
๑๓. หอดอบปรอทมีเคียว ๆ อันหนึ่งซึ่งยกขึ้นลงได้ในช่องปรอท เมื่ออ่านดู
เห็นว่าสูง 74 เซนติเมตร ถ้าพ่นน้ำเข้าในหอดดัก $2-3$ หยด ปรอท

ถดถอยเหลือ ๗๓.๕ เซนติเมตร และปรากฏว่ามีฝนบ้าง ๆ อยู่หน้าระดับ
ปรอท จึงอธิบายถึงเรื่องระดับปรอทที่ต่าง และให้ออกพร้อมทั้งเหตุ
ผลว่าความสูงของระดับปรอทกับความชื้นที่เห็นนั้นจะเปลี่ยนแปลงไปอย่างไร
ถ้าเราค่อย ๆ (ก) ยกหลอดขึ้นขึ้น (ข) กดหลอดนั้นลง ในอ่างปรอท.

๑๔. จงเล่าถึงการทดลองเพื่อแสดงให้เห็นว่าความดันของไออิ่มตัวของ ๆ เหนือใน
ขณะที่มีอุณหภูมิเริ่มออกจุดเดือดของตัวนั้น เท่ากับความดันของบรรยากาศ
ในขณะนั้น.

แบบฝึกหัดพิเศษชุด ข.

๑. จงอธิบายถึงเครื่องทดลองหาจุดน้ำค้างมาแบบหนึ่ง
จุดน้ำค้าง คืออะไร. (๓/๖๒)
๒. จงเล่าถึงวิธีหาจุดน้ำค้างโดยการใช้เครื่องทดลองมาแบบหนึ่ง
ในการที่เราวัดค่าของจุดน้ำค้างนั้น ทำให้เรามีความเข้าใจต่อไปได้อย่างไร. (๔/๖๔)
๓. ไออิ่มตัวและไอไม่อิ่มตัวต่างกันอย่างไร? น้ำค้างเกิดขึ้นได้อย่างไร.
จงเล่าถึงวิธีหาจุดน้ำค้างและความดันของไอน้ำโดยการใช้เครื่องทดลองมา
แบบหนึ่ง. (๔/๖๗)
๔. จงเขียนคำจำกัดความสำหรับจุดน้ำค้าง และอธิบายถึงวิธีหาจุดน้ำค้าง
มาด้วย.
แสดงให้เห็นว่าเราหาความดันของไอน้ำในอากาศจากความรู้ในเรื่องจุดน้ำ
ค้างได้อย่างไร. (๔/๗๐)
๕. (ก) ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศหมายความว่าอะไร?
(ข) จงอธิบายถึงวิธีใช้ไฮโกรมิเตอร์ชนิดหนึ่งสำหรับหาความ
ชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ. (๔/๗๔)

บทที่ ๑๖

การเคลื่อนไหวยของความร้อน

(Transmission of Heat)

๑๗๑. การเคลื่อนไหวยของความร้อน

การเคลื่อนไหวยของความร้อนจากที่แห่งหนึ่งไปยังที่อีกแห่งหนึ่งมีได้ ๓ วิธี คือ.

๑. การนำ (Conduction)
๒. การพา (Convection)
๓. การส่งรังสี (Radiation)

๑๗๒. การนำ คือการเคลื่อนไหวยของความร้อนโดยการนำเป็นวิธีที่ความร้อนผ่านจากที่แห่งหนึ่งไปยังที่อีกแห่งหนึ่ง โดยอาศัยการสัมผัสได้ยากตัวอย่างมากถ้าจะต่อไปน.

ตัวอย่าง เมื่อเราเอาปลายแท่งเหล็กที่ร้อนหนึ่งใส่ไปในเตาไฟ และเอามือจับปลายอีกข้างหนึ่งไว้ ปลายที่อยู่ในเตาไฟเท่านั้นที่ถูกไฟเผาโดยตรง แต่ในไม่ช้าเรารู้สึกว่าความร้อนหาได้อยู่เฉพาะเขตที่ที่ถูกไฟเผาเท่านั้น คือเหล็กแท่งนั้นค่อยๆ ร้อนขึ้นมาจนในที่สุดถึงปลายข้างที่เราถืออยู่ และค่อยๆ ร้อนจัดจนจนเรารู้สึกได้ไม่ได้ ความร้อนที่ผ่านมาจากแท่งเหล็ก คือจากปลายข้างที่ถูกเผาไฟมายังอีกปลายหนึ่งนั้นมาโดยวิธีการนำ.

ในชั้นต้นเรารู้สึกแสบร้อนที่ออกเป็นส่วนเล็กๆ ซึ่งต่อไปจะเรียกว่าอนุภาค (Particle) อนุภาคของเหล็กตอนที่อยู่ในเตาไฟได้รับความร้อนจากไฟโดยตรง เมื่อร้อนแล้วก็แบ่งความร้อนส่งไปให้แก่อนุภาคข้างเคียงกว่าจะ

อยู่ที่คั่น อนุภาคหนึ่งเมื่อร้อนขึ้นก็แบ่งความร้อนส่งให้แก่อนุภาคถัดไปซึ่งติดกับตัวและเย็นกว่าตัวนั้นต่อไป ความร้อนถูกแบ่งส่งกันต่อไปโดยวิธีนี้ ในที่สุดอนุภาคสุดท้ายซึ่งอยู่ชั่ปลายหนึ่งก็ได้รับความร้อนด้วย ในขณะที่ความร้อนถ่ายเทจากอนุภาคหนึ่งไปยังอีกอนุภาคหนึ่งนั้น อนุภาคเหล่านั้นหาได้เคลื่อนที่ไปอย่างผิดธรรมชาติแห่งของเดิมไม่ คืออนุภาคต่างๆนั้นก็ยังคงมีความเป็นอยู่อยู่ในที่เดิมของตน.

คำจำกัดความ การเคลื่อนไหวของความร้อนโดยวิธีการนำนั้น คือการเคลื่อนไหวของความร้อนจากส่วนที่ร้อนมายังส่วนที่เย็นกว่า และการเคลื่อนไหวของความร้อนนั้นคือเป็นค่อยไป จากอนุภาคไปยังอนุภาค และอนุภาคเหล่านั้นก็ยังคงมีความเป็นอยู่อยู่ในที่เดิม.

๑๗๓. การพา การเคลื่อนไหวของความร้อนโดยการพา^๕ เกิดในเมื่อวัตถุที่ถูกทำให้ร้อนนั้นมิได้รับความร้อนทั่วกันอย่างสม่ำเสมอ เช่นในการต้มน้ำเป็นต้น น้ำตอนที่อยู่ใกล้กับไฟได้รับความร้อนมาก ตอนที่อยู่ห่างออกไปยังมิได้รับความร้อน.

การเคลื่อนไหวของความร้อนโดยการพาเป็นวิธีที่วัตถุได้รับความร้อนโดยอาศัยการเคลื่อนไหวแห่งอนุภาคของวัตถุ คืออนุภาคที่อยู่ใกล้ไฟเมื่อได้รับความร้อนก็ย่อมพองตัวและมีความแน่นน้อยลง ฉะนั้นจึงลอยขึ้นเบื้องสูง ส่วนอนุภาคที่อยู่ใกล้ๆ และเย็นกว่าโดยที่ยังมิได้รับความร้อนก็เข้ามาแทนที่ คอยรับความร้อนต่อไป เมื่อได้รับความร้อนแล้วก็เคลื่อนตัวไปทางเดียวและเช่นเดียวกันกับอนุภาคก่อน จนเวียนกันอยู่เช่นนี้เรื่อยไป คืออนุภาคต่างๆ ของวัตถุผลัดกันมารับความร้อนที่จุดต้นความร้อน.

ตัวอย่าง หาดนโทแก้วมาใบหนึ่ง ใส่น้ำพอสมควร และโรยขี้เถ้าลงไป



บ้างลึกเล็กน้อย แล้วนำไปตั้งไฟอ่อนๆ เมื่อตั้งเกิดตุกรเคลื่อนไหวของขี้เถ้าที่ได้ลงไปนั้น จะเห็นว่าน้ำได้รับความร้อนแล้ว ลอยขึ้นตรงกลางคนโทเป็นสายๆ และน้ำตอนข้างคนโทซึ่งอยู่ใกล้ก็ยังได้รับความร้อนไหลวนเข้ามาแทนที่ ส่วนน้ำตอนบนซึ่งเย็นกว่าก็กระจายและวนลงไปตามข้างคนโท.

อากาศเมื่อได้รับความร้อนเช่นในขณะที่เกิดเพลิงไหม้ หรือในขณะที่มีดวงไฟมาวางอยู่ ก็ได้รับความร้อนและเคลื่อนตัววนเวียนกันเช่นเดียวกับที่กล่าวมาแล้ว.

คำจำกัดความ การเคลื่อนไหวของความร้อนโดยการพาหุนี้ คือการเคลื่อน

ไหวของความร้อนโดยการเคลื่อนไหวแห่งอนุภาคของวัตถุที่ได้รับความร้อนแล้ว.

หมายเหตุ วัตถุที่ระมีอนุภาคซึ่งเคลื่อนไหวได้ตามที่กล่าวมาแล้ว ต้องเป็นวัตถุ

ที่อยู่ในภาวะของเหลวหรือแก๊สเท่านั้น เพราะฉะนั้นการเคลื่อนไหวของความร้อนโดยวิธีการพาหุจึงบังเกิดขึ้นได้แต่ในเฉพาะวัตถุที่มีภาวะเป็นของเหลวหรือแก๊ส ส่วนวัตถุที่อยู่ในภาวะของแข็งนั้นอนุภาคเคลื่อนไหวไปไม่ได้เหมือนดังที่กล่าวมาแล้ว.

๑๗๔. การส่งรัศมี วัตถุเคลื่อนไหวของความร้อนโดยการส่งรัศมีนี้เป็นวิธี

ซึ่งความร้อนเคลื่อนที่จากวัตถุหนึ่งผ่านสุญญากาศ (Vacuum) หรือผ่านสิ่งใดสิ่งหนึ่งไปยังอีกวัตถุหนึ่ง โดยมีได้ทำให้สิ่งที่ความร้อนได้ผ่านไประนั้นได้รับความร้อน เช่นความร้อนที่เราได้รับจากดวงอาทิตย์หรือความร้อนที่เรารู้สึกในขณะที่เราไปยืนอยู่หน้าเตาไฟ.

การทดลอง ส่งความร้อนไปยังเทอร์มอมิเตอร์หนึ่งซึ่งแขวนไว้ในหม้อแก้ว
ที่สูบลอากาศออกหมดจนเป็นที่สุญญากาศแล้ว จะเห็นว่าเทอร์มอมิเตอร์
นั้นได้รับความร้อน เป็นการแสดงว่าแม้ไม่มีอากาศ ความร้อนก็อาจเคิ
รผ่านไปได้โดยวิธีการส่งรังสี.

ถ้านำผ้าผืนหนึ่งไปผึ่งไว้กลางแจ้งในวันที่อากาศเย็น จะเห็นว่าผ้าค
านั้นอุ่นกว่าอากาศที่อยู่ข้าง ๆ เป็นการแสดงว่าความร้อนอาจผ่านไปยังวัตถุ
อีกอย่างหนึ่งได้ โดยมีได้ทำให้ส่งที่ความร้อนผ่านไปในนั้นได้รับความร้อน.

๑๙๕. ตัวอย่างเปรียบเทียบวิธีเคลื่อนไหวของความร้อนทั้ง ๓ วิธี

ถ้าปล่อยให้ถ้วยชาหนึ่งถ้วยมีชชา ย่นปลายอีกข้างหนึ่งเข้า
ไปในเตาไฟ ความร้อนจะค่อย ๆ เติบโตตามอนุภาคของเหล็กจากปลายข้างที่
อยู่ในเตาไฟไปยังปลายข้างที่มีชชาจับอยู่ ในขณะนั้น มีชชาจะรู้สึกร้อน
ความร้อนที่เติบจากปลายเหล็กที่ร้อนแดงไปสู่มีชชานั้นเกิดไปโดยการนำ.

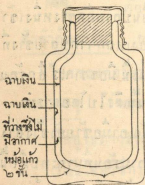
เมื่อเอาเหล็กแดงทั้งนั้นออกจากเตาไฟ แล้วเอามีชชียิ่งข้างล่าง
คือตอนใต้เหล็กแดง มีชชาจะรู้สึกร้อน ความร้อนที่มากกระทบมีช
นั้นเพราะเหล็กแดงได้ส่งไปโดยการส่งรังสี คือความร้อนเกิดจากเหล็กแดง
ตรงไปสู่มีช โดยมีได้ทำให้อากาศหรือวัตถุซึ่งความร้อนได้ผ่านมานั้นได้รับความ
ร้อนเลย.

ถ้าเอามีชชียิ่งข้างบนปลายเหล็กที่ร้อนนั้นจะรู้สึกร้อนเหมือนกัน
แต่ความร้อนที่มากกระทบมีชนั้นเพราะเหล็กแดงได้ส่งไปโดยการพา คือ
อากาศที่อยู่ใกล้ๆ เหล็กแดงถูกความร้อนกลัวยืนข้างบน แล้วมาให้ความ
รู้สึกแก่มือ ส่วนอากาศที่เย็นก็เข้ามาแทนที่ เปลี่ยนวนกันอยู่เช่นนี้เรื่อยไป
แต่ถ้าพูดตามความเป็นจริงแล้ว ในขณะที่มีชชียิ่งอยู่ข้างบนเหล็กแดง
นั้น มีชชียิ่งได้รับความร้อนโดยการส่งรังสีมีข้างเหมือนกัน.

จากที่กล่าวมาแล้วเราเห็นได้ว่าการเคลื่อนไหวยของความร้อนมีไปพร้อมๆ
กันทั้งสามวิธี แต่ถ้ส่วนใดตอนใดความร้อนได้เคลื่อนไหวยไปโดยวิธีใดเป็น
ส่วนมาก เราก็ว่าความร้อนเคลื่อนไหวยไปโดยวิธีนั้น.

๑๗๖. หม้อเก็บน้ำแข็งหรือน้ำร้อน

หม้อเก็บน้ำแข็งหรือน้ำร้อนมีลักษณะอย่างในภาพ คือหม้อแก้วหนึ่ง
หม้อ ๒ ชั้น ในชอกแก้วช่องชั้นในเป็นที่สุดญากาศ (Vacuum) คือเป็น
ที่ได้สูบเอาอากาศออกหมดแล้ว และหลังแก้วนั้นฉนวนเงินเพื่อหม้อจะ
ใช้ได้นานอยู่ทุกวัน.



การที่หม้อเก็บน้ำแข็งหรือน้ำร้อนไว้ได้ ก็เพราะ
เหตุว่าเราป้องกันมิให้ความร้อนภายนอกหรือภายในถ่ายเท
เข้าออกได้ โดยการเคลื่อนไหวยของความร้อนทั้ง ๓ วิธี คือ
ในระหว่างชอกแก้วไม่มีอากาศหรือสิ่งใดที่จะให้เกิดการพา
หรือการนำความร้อนได้สะดวก สำหรับการเคลื่อนไหวย
ของความร้อนอย่างการส่งรศมีนั้นเราก็ได้ป้องกันแล้ว โดย
การใช้แก้วที่เป็นกระจกเงาเพื่อทำให้ความร้อนสะท้อนกลับเข้า
ที่เดิม หม้อที่เก็บน้ำแข็งหรือน้ำร้อนได้ไม่ทันทันนักจะเป็นเพราะสุบอากาศ
จากที่ว่างในชอกแก้วออกไม่หมดดี หรือมีทางรั่วให้อากาศเข้าได้.

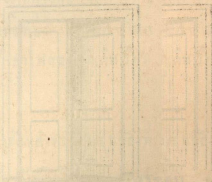
แบบฝึกหัดชุดที่ ๑๖

๑. การเคลื่อนไหวยของความร้อนจากที่แห่งหนึ่งไปยังที่อีกแห่งหนึ่งนั้นมักวิธี ?
๒. ชอคอะไรบ้าง ?
๓. วิธีเคลื่อนไหวยของความร้อนโดยการนำนั้นเป็นอย่างไร จงอธิบายให้ละเอียด
และยกตัวอย่างประกอบด้วย.

๓. วิถีเคลื่อนไหวของความร้อนโดยการพาและการส่งรัศมีนั้นต่างกันอย่างไร จงอธิบายมาให้ละเอียด — และยกตัวอย่างเปรียบเทียบกันด้วย.

๔. ความร้อนมาสู่เราโดยการเคลื่อนไหววิถีใด เมื่อเรารู้สึกร้อนในขณะที่ (ก) ถูกแสงแดด (ข) ผิงไฟ (ค) เข้ามื้อไปห้องเหนือเตาไฟ (ง) เข้ามื้อไปทะเลตึกแห่งหนึ่งซึ่งมีปลาดายข้างหนึ่งอยู่ในกองไฟ (จ) ไปดูไฟไหม้ (ฉ) เข้ามื้อจุ่มในกาต้มน้ำซึ่งต้งไฟอยู่.

๕. จงเขียนรูปแสดงลักษณะหม้อเก็บน้ำแข็งหรือน้ำร้อน และอธิบายด้วยว่าทำไมจึงใช้ได้ผลดี คือเก็บน้ำแข็งหรือน้ำร้อนไว้ได้นานๆ.



บทที่ ๑๗

การพา (Convection)

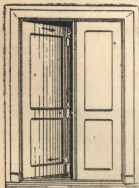
๑๗๗. การพา เป็นการพาที่อธิบายไว้แล้วในบทที่ ๑๖ นั้นใน

ข้อนี้จะไม่กล่าวขยายอะไรออกไปอีก นอกจากจะยกเอาตัวอย่างการ
ทดลองบางอย่างมาอธิบายเพิ่มเติม.

การทดลอง (ก) หาแก้วใส่น้ำมาใบหนึ่ง เทเศษกระดาษลงไปในน้ำ แต่
เศษกระดาษนั้นต้องเป็นกระดาษซึ่งขยักเบาจนเป็นผืนเล็กๆ และมีน้ำหนัก
อย่างพอคึกเมื่อได้ลงไปในน้ำแล้วจะลอยบนผิวน้ำทุก ๆ ไป คือไม่จมไป
อยู่ก้นหรือลอยขึ้นมาที่หน้าน้ำ หาน้ำแข็งก้อนใหญ่ ๆ หย่อนลงไปสักก้อน
หนึ่ง แล้วสังเกตดู เห็นว่าน้ำแข็งที่ลอยนั้นกลายเป็นกระแสน้ำเย็นไหลลง
มา และกระแสน้ำอุ่นซึ่งอยู่ตอนบนไหลวนเข้าไปหาที่อื่นน้ำแข็ง.

(ข) จุดตะเกียงตั้งไว้ในห้องที่มืดสนิท นำกระดาษที่ไหม้ไฟเป็น
ควันกรุ่น ๆ ไปไว้เหนือตะเกียง เราจะเห็นว่าควันลอยขึ้นเบื้องบน เช่น
นี้แสดงว่ากระแสน้ำอากาศที่ตรงเหนือตะเกียงนั้นลอยขึ้น ส่วนกระแสน้ำ
ข้าง ๆ ก็ต้องวนเข้าไปแทนที่.

(ค) นำคนโทใส่ควันไว้เต็มไปตั้งเหนือไฟเทียนไข จะเห็นว่ากระแส
ควันตรงกลางนั้นลอยขึ้น ส่วนกระแสควันข้าง ๆ นั้นจะตกลงมา.



ทางเบื้องล่าง

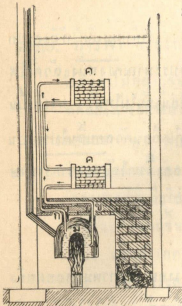
(ง) ถ้ามีประตูซึ่งกั้นระหว่างห้องที่อุ่นและอากาศข้างนอก
ที่เย็นกว่า หาเทียนไขที่จุดแล้วมา ๓ ดวง ติดดวงที่หนึ่ง
ที่คานบนของบานประตู ติดดวงที่สองที่ตอนกลาง และ
ติดดวงที่สามที่ตอนล่างของบานประตู เมื่อสังเกตดูไฟที่ดวง
เทียนทั้งสาม จะเห็นว่าไฟดวงบนมีปลายพุ่งออกข้างนอก
แสดงว่าอากาศที่อุ่นลอยขึ้นและออกทางเบื้องบน ไฟดวงล่าง
มีปลายพุ่งเข้ามาในห้อง แสดงว่าอากาศที่เย็นกว่าวนเข้ามา
ส่วนไฟดวงกลางนั้นมีปลายพุ่งตรง,



(๑) พับกระดาษหนาๆเป็นรูปหีบ เย็บมุมเสียให้ตึงและผูก
เชือกแขวนอย่างในภาพ ได้นำให้เต็มปริมาณเครื่องหนึ่งแล้วจึงไฟ
นำจรร้อนจนเดือด แล้วตั้งหีบกระดาษที่ใช้นานไม่ไหม้ การทบทวน
เช่นเพราะเหตุว่าน้ำเมื่อได้รับความร้อนแล้วก็เคลื่อนตัวลอยขึ้นไปข้างบน
และน้ำเย็นเข้ามาแทนที่ที่ไฟตอนอยู่ (การทดลองนี้หาได้แสดงว่ากระดาษ
เป็นตัวนำอย่างต่ำสำหรับความร้อนไม่).

๑๗๘. การวณเวียนของน้ำ หาดอตแก้วซึ่งมีรูปร่างอย่างในภาพมาหลอดหนึ่ง
หนึ่งติดเข้ากับเครื่องตั้ง เทน้ำใส่ให้เต็ม แล้ว
นำไฟมาดันทิ้งหลอดข้างขวาตั้งที่ใดแสดงไว้
ในภาพ น้ำที่ได้รับความร้อนจะลอยขึ้นเบื้อง
บน และน้ำเย็นก็วิ่งมาจุกเบืองล่างจะ
เข้าแทนที่ ถ้าจะให้เห็นการเคลื่อนไหวของ
น้ำอย่างชัดเจน ควรเทวางทับกับเม็ดเล็กๆ
ได้ลงในพวยสักหยิมม่อหนึ่ง น้ำที่ม่อจะไหล
ลงทางหลอดซ้ายแล้ววนขึ้นทางหลอดขวา ถ้าเอาไฟลงอยู่ก็เดินเร็ว
ไปน้ำก็จะวนเวียนตังกดถ่วงแล้ววนขึ้นคดตลอดตา.

๑๗๙. การอบอุ่นห้องโดยใช้ท่อน้ำร้อน การใช้ท่อน้ำร้อนสำหรับอบอุ่นห้องที่
เย็นนั้นเป็นวิธีดีมาก สำหรับหลักแห่งการวางท่อและค้ำน้ำหนักให้ดูจากภาพ
ข. เป็นหม้อต้มน้ำซึ่งตั้งอยู่ในเตา เมื่อให้น้ำร้อนแล้วก็ลอยขึ้นไปในท่อ



ก. แล่วนไปตามทางของอุกักร ครั้นจ่ายความร้อน ออกแดงกเยนลงแถมมาหนักมากจน จึงจมลงมาเข้า หมอนาทางท่อ ข. การวนเวียนของน้ำเบืออยู่อย่างทกต่าง นเรื่อยไป ห้องต่างๆ จึงได้รบความร้อนจากน้ำร้อน ในท่อน้อยเสมอ.

ในท่นการเคลื่อนไหวของความร้อนมีพร้อมทั้งสาม วิธี คือ (๑) น้ำได้รบความร้อนโดยการพา (๒) ท่อน้ำ ได้รบความร้อนจากน้ำร้อน และความร้อนออกมายัง ผิดท่อโดยการนำ (๓) ความร้อนที่ผิวดท่อกระจายไปใน อากาศโดยการส่งรัศมี และเพื่อให้ความร้อนกระจาย ไปโดยการส่งรัศมีได้มาก ๆ เราทำสัทที่ให้อาอย่าง ด้าน ๆ และทำรับได้ตรงท่อนที่ขดเป็นวง คือค่อนค.

๑๘๐. การระบายอากาศที่ไม่ดี



ก. การทดลอง จุดเทียนไขดวงหนึ่งใส่ในอ่างแก้ว แล้วเทน้ำใส่และหาหลอด ดึงเกียงมาครอบอย่างในภาพ จะปรากฏว่าในไม่ช้าเทียนจะดับ ทั้งนี้เนื่องจากอากาศที่ร้อนลอยออกทางเบงบน และ ทางข้างล่างก็ไม่มีอากาศใหม่ระบายเข้ามาได้ เพราะเหตุว่า น้ำกั้นไว้ ถ้าหรับทางข้างบนนั้นอากาศใหม่ก็เข้ามาไม่ได้.

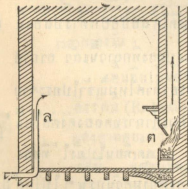
ถ้าทำการทดลองอย่างทกต่างมาแถมอีกครั้งหนึ่ง แต่ ในครั้งเราใช้กระดาดแข็งขั้ดเป็นรูป T หย่อนลงไปใน หลอดอย่างในภาพ จะปรากฏว่าไฟที่ดวงเทียนนั้นไม่ดับ ทั้งนี้เนื่องจากกระดาดแข็งรูป T นั้นแบ่งทางให้อากาศที่ร้อน ออกข้างหนึ่ง และอากาศใหม่เข้าอีกข้างหนึ่ง เพื่อจะพิสูจน์

ให้เห็นจริงว่าอากาศเค็รเข้าและออกอย่างก่ต่างนั้ ให้นำกระดาษขึงใหม่ไฟ
แล้วและยังมีควันกรุ่น ๆ ไปใกล้ปากหลอดตะเกียงนั้น จะเห็นว่าควันวนเข้า
ทางข้างหนึ่ง ของกระดาษขึงรูป **T** แล้ววนออกทางอีกข้างหนึ่ง.

ข. การระบายอากาศที่ไม่ดีออกจากห้อง เมื่อมีคนรวมอยู่ด้วยกันมาก ๆ ในห้อง

อากาศมีความแน่นน้อยลง เพราะเหตุว่าอากาศในห้องนั้นร้อนขึ้น และลม
หายใจซึ่งประกอบไปด้วยไอน้ำที่เบากว่าอากาศก็เข้าไปผสมอยู่ด้วย จึง
ทำให้อากาศลอยขึ้นเบอบบนของห้อง เมื่อไม่มีทางออก แล้วอากาศอันไม่
บริสุทธิ์เหล่านี้ค้างอยู่ในห้องและค่อย ๆ ทรุดลง ๆ ทุกที จนทำให้ห้องนั้นอบ
คังจนจึงควรจัดทางให้อากาศไม่บริสุทธิ์ออกข้างบน และทำทางให้อากาศ
ชุดใหม่ทีสะอาดเข้าทางตอนใกล้พื้นห้อง.

สำหรับการระบายอากาศนี้ ถ้าเราจำประตู่ไว้ก็เป็นผลดีเหมือนกัน

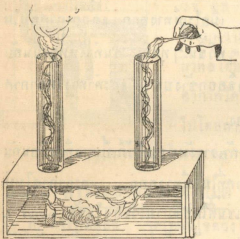


เพราะเหตุว่าอากาศที่ไม่ดีมีทางออก และอากาศใหม่
ก็มาทางเข้า ดังเช่นที่ได้อธิบายไว้แล้วในข้อ ๑๓๗ ง.
หรือถ้าเราเปิดไฟ ค. พร้อมทั้งปล่องอยู่กับห้องเดียวกัน
ว่าใช้ได้ เพราะเหตุว่าอากาศที่อยู่เหนือไฟเมื่อร้อนก็
ลอยขึ้นและดูดอากาศในห้องออกทางปล่อง แต่อากาศ
ที่ไม่ดียังคงค้างอยู่ในห้องได้บ้าง ฉะนั้นถ้าใช้ข้อ ล.
ซึ่งมีปลายข้างหนึ่งไม่ต่อออกไปรับอากาศภายนอกเข้ามา

ตามข้อ และออกยังปลายอีกข้างหนึ่งซึ่งอยู่สูงจากพื้นห้องประมาณ ๕ ฟุต
อากาศที่ไม่ดีจะค้างอยู่ในห้องไม่ได้เลย เพราะถ้าเมื่ออากาศเหนือไฟลอย
ออกตามปล่องแล้วก็ดูดอากาศทางท่อลม ล. นั้นเข้ามาในห้อง อากาศนั้น
ไปชำระล้างอากาศเบอบบนของห้องก่อน แล้วจึงออกไปทางปล่อง.

หมายเหตุ เมื่อมองดูที่ปากปล่องเรามักจะเห็นเป็นเหมือนมีกระดาดแก้วอย่างมัน
และบางเปิดไปมา ทั้งนี้เนื่องจากอากาศที่ปากปล่องนั้นมีความแน่น (Density)
ไม่สม่ำเสมอ เพราะมีอากาศที่ร้อนพุ่งขึ้นมาอย่างไม่สม่ำเสมอ จึง
ทำให้แสงซึ่งผ่านอากาศตอนนั้นมาเข้าตา ได้รับการหัก (Refraction) อย่าง
ไม่สม่ำเสมอ และเราจึงเห็นเป็นอย่างที่กล่าวแล้ว.

ค. การระบายอากาศที่ไม่ออกจากอุโมงค์ถ้ำดิน สำหรับงานชุดถ้ำดินใน



อุโมงค์ถ้ำดิน การถ่ายเอาอากาศที่ไม่ดีและ
อากาศที่เป็นเชื้อเพลิงออก ด้วยการนำอากาศ
ใหม่เข้าไปเพื่อใช้หายใจเป็นเรื่องสำคัญมาก
ฉะนั้นตามอุโมงค์ที่ชุดถ้ำดินเขาจึงทำปล่อง
ขึ้นที่ปลายอุโมงค์ข้างละปล่อง ที่ช่องตรง
กันปล่องๆ หนึ่งเรามีเตาไฟหรือพัดลมตั้งไว้
เพื่อให้อากาศที่ไม่ดีให้ลอยออกทางปล่องนี้
เมื่ออากาศออกทางปล่องที่ถ้ำถ้ำดินแล้ว อากาศ

ใหม่ข้างบนก็ถูกดูดลงมาทางอีกปล่องหนึ่ง และอากาศใหม่เข้าไปกระจาย
ทั่วๆ ไปในอุโมงค์ ถ้าจะพิสูจน์ให้เห็นจริง ควรทำการทดลองดังต่อไปนี้
หาหีบกระดากซึ่งมีปล่องเป็นหลอดแก้ว ๒ ปล่องมา จุดเทียนไปตั้งไว้ ที่ช่อง
ตรงกับปล่องซ้าย และนำกระดาษซึ่งไหมไฟแล้วแต่ยังมีควันกวนๆ ไปปิด
ปากปล่องขวา จะเห็นว่าลมดูดควันลงทางปล่องขวา และควันนั้นลงไปสู่หีบ
แล้ววนขึ้นทางปล่องซ้าย.

๑๘๑. ลม ลมเกิดจากอากาศซึ่งได้รับความร้อนไม่เท่ากัน ก็คือคนที่ได้รับ

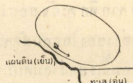
ความร้อนมากก็ขยายตัวแล้วลอยขึ้นเบื้องบน และอากาศที่เย็นกว่าเข้ามาแทนที่ ทำให้เกิดกระแสลม.

ก. ลมพัดจากทะเลมายังฝั่ง (Sea Breeze) และลมพัดจากฝั่งออกไปยังทะเล (Land Breeze).

ตามพื้นที่ชายทะเลเมื่อแผ่นดินและน้ำติดต่อกัน ในเวลากลางวันพื้นดินดูดความร้อนไว้ได้เร็วกว่าน้ำ กับทั้งมีความร้อนจำเพาะน้อยกว่าน้ำ ฉะนั้นด้วยจำนวนความร้อนที่ได้รับเท่า ๆ กันจากดวงอาทิตย์ จึงทำให้พื้นดินมีอุณหภูมิสูงกว่าน้ำ อากาศซึ่งอยู่เหนือพื้นดินก็ได้รับความร้อนมาก ขยายตัวแล้วลอยขึ้นเบื้องบน ส่วนอากาศซึ่งอยู่เหนือน้ำจะเย็นกว่าก็เข้ามาแทนที่ ดังนั้นจึงเกิดลมพัดจากทะเลมายังฝั่ง (Sea Breeze) ในเวลากลางวัน



เวลากลางวัน



เวลากลางคืน

คือเริ่มต้นพัดกันตั้งแต่เช้า ค่อย ๆ แรงขึ้นในตอนกลางวันและตอนบ่าย เมื่อถึงเวลาเย็นตอนหมดแสงอาทิตย์แล้ว ดม

ก็ค่อย ๆ หายไป.

พื้นดินเป็นสิ่งที่ดูดความร้อนไว้ได้เร็วกว่าน้ำ แต่ก็คายออกโดยวิธีรังสี (Radiation) ได้เร็วกว่าน้ำด้วยเหมือนกัน เมื่อถึงเวลาเย็นตอนหมดแสงอาทิตย์แล้ว พื้นดินและน้ำต่างก็เย็นลงโดยการคายความร้อนด้วยวิธีรังสี แต่พื้นดินเย็นเร็วกว่า ดังนั้นในเวลาค่ำอากาศเหนือพื้นน้ำจึงได้รับความร้อนมากกว่า ทำให้ขยายตัวและลอยขึ้นเบื้องบน ส่วนอากาศเหนือพื้นดินจะเย็นกว่าก็เข้ามาแทนที่ ดังนั้นในเวลากลางคืนจึงเกิดลมพัดจากฝั่งออกไปยังทะเล (Land Breeze).

ข. ลมทะเล (Trade Wind) : ลมนี้ในเขตร้อนซึ่งอยู่รอบตอนกลางของโลก คือในระหว่างเส้นรุ้ง 30° เหนือและ 30° ใต้ เมื่อตอนกลางของโลกได้รับ

แสงอาทิตย์ซึ่งส่องมาอย่างตรง ก็ร้อนกว่าพื้นที่ตอนซึ่งแสงอาทิตย์ส่อง อย่าง
เฉียงๆ ดังนั้นอากาศในเขตที่ร้อนกว่าจึงได้รับความร้อนมากและลอยขึ้นเบื้อง
บนส่วนอากาศที่เย็นกว่าก็เข้ามาแทนที่ คือในครึ่งบนของโลกอากาศทางทิศ
เหนือพัดเข้ามาแทนที่ และในครึ่งล่างของโลกอากาศทางทิศใต้พัดเข้ามาแทนที่
ถ้าโลกเราอยู่คงที่ คือมีใต้หมุน เราก็จะรู้สึกว่าทางของลมเป็นอย่างที่กล่าว
แล้วนี้ แต่เพราะเหตุว่าโลกหมุนจากทางทิศตะวันตกไปยังทิศตะวันออก จึง
ทำให้เรา รู้สึกว่าทางของลมนั้นเปลี่ยนแปลงไป จุดใดจุดหนึ่งซึ่งอยู่ตอน
กลางของโลกหมุนไปด้วยอัตราเร็วซึ่งเร็วกว่าจุดที่อยู่ใกล้ขั้วโลก ถ้ายิ่ง
ใกล้ขั้วโลกเท่าใด อัตราเร็วของการหมุนก็ยิ่งน้อยลงเท่านั้น ในที่สุด
เมื่อถึงขั้วโลกแล้วอัตราเร็วของการหมุนก็เป็นศูนย์ ดังนั้นเราจึงมีความรู้
สึกว่าใน ครึ่ง บน ของ โลก ลม พัด จาก ทิศ ตะวัน ออก เฉียง เหนือ ไป ทาง ทิศ
ตะวันตกเฉียงใต้ และในครึ่งล่างของโลกลมพัดจากทิศตะวันออกเฉียง
ใต้ไปยังทิศตะวันตกเฉียงเหนือ ลมนี้เรียกว่าลมทะเล เพราะเหตุว่าใน
สมัยที่ใช้เรือดำเภา เมื่อถึงฤดูนี้เรือดำเภาโดยมากคอยอาศัยลมนี้พัดไป
แต่ในข้ามมหาสมุทร

แบบฝึกหัดชุดที่ ๑๗

๑. การเคลื่อนไหวของความร้อนโดยการพาเป็นอย่างไร จงอธิบายมาให้
แจ่มแจ้ง.
๒. จงยกตัวอย่างแห่งการเคลื่อนไหวของความร้อนโดยการพามาอีก ๒ อย่าง.
๓. เมื่อท่านนั่งประคบน้ำนั้น อากาศถ่ายเทเข้าออกกันอย่างไร จงยกตัว
อย่าง การทอดลมมาประกอบด้วย.

๔. เมื่อใช้กระดาษเป็นภาชนะใส่น้ำดื่ม เหตุใดกระดาษจึงไม่ไหม้
๕. จงอธิบายถึงวิธีที่ใช้ท่อน้ำร้อนอบอุ่นห้องมาให้ละเอียด.
๖. ถ้าในห้องซึ่งต้องการความอบอุ่นนั้นมีเตาไฟและปล่องอยู่แล้ว ทำอย่างไร
จึงจะระบายอากาศเก่าออกและนำอากาศใหม่เข้าไปเปลี่ยนได้อยู่เสมอ.
๗. จงอธิบายถึงวิธีระบายอากาศที่ไม่ดีออกและนำอากาศดีเข้าไปในอุโมงค์ถ่านหิน.
๘. เพราะเหตุใดในเวลากลางวันจึงมีลมพัดจากทะเลเข้ามาฝั่ง.
๙. ในเวลากลางคืนทำไมจึงมีลมพัดจากฝั่งออกไปยังทะเล.
๑๐. จงอธิบายถึงเรื่องลมทะเล.



๒๕๒
๒๕๒
3๐๗



พิมพ์ที่



[๓๕๕/๑๐/๓๕]

ผู้ชำนาญการพิมพ์มาเกือบ ๕๐ ปีแล้ว



[๓๕๕/๑๐/๓๕]