

บรรณานุกรม

ชัยพร วิชชาวช. "พัฒนาการใหม่วิชาจิตวิทยาการเรียนรู้," วารสารครุศาสตร์, ปีที่ 2 ฉบับที่ 5-6 (สิงหาคม-พฤศจิกายน, 2515), 65.

ประคอง กรรณสูต. สถิติศาสตร์ประยุกต์สำหรับครู. พิมพ์ครั้งที่ 2, พระนคร: โรงพิมพ์ไทยวัฒนาพานิช, 2513. 41, 51.

สมทรง สุวรรณเลิศ และ คณะ. "การประเมิน WISC และ WAIS I.Q. จากคะแนน Progressive Matrices," วารสารสมาคมจิตแพทย์แห่งประเทศไทย. ปีที่ 13, ฉบับที่ 3 (กรกฎาคม-กันยายน, 2511), 205-211.

Beeson, Richard O. "Immediate Knowledge of Results and Test Performance," Journal of Educational Research, 66 (1973), 224-226.

Bloom, Benjamin S. Taxonomy of Educational Objective : Cognitive Domain. New York : David McKay Company, Inc., 1956.

Deese, James, and Hulse, Stewart H. The Psychology of Learning. 3rd. ed., New York : McGraw-Hill Book Company, 1967.

De Cecco, J.P. The Psychology of Learning and Instruction. Educational Psychology. Prentice-Hall Inc., 1968.

Edward, Allen L. Experimental Design in Psychological Research. New York : Holt Rinehart and Winston, Inc., 1960.

Ellis, Henry C. Fundamental of Human Learning and Cognition. W.M.C. Brown Company Publishers, 1972.

Fan, Chung-Teh. Item Analysis Table, New Jersey : Educational Testing Service ; Princeton, 1952.

Ferguson, George A. Statistical Analysis in Psychology and Education. New York : McGraw-Hill Book Company. 1966.

- Hilgard E.R., Atkinson, R.C., and Atkinson, R.L., Introduction to Psychology. 5rd.ed.; Harcourt Brace Javanovich, Inc., 1971.
- Lindquist, E.F. Design and Analysis of Experiments in Psychology and Education. New York: Houghton Mifflin Company, 1956.
- McNemar, Guinn. Psychological Statistic. 3rd.ed.; John Wiley and Sons, Inc., 1962.
- More, Arthur J. "Delay of Feedback and Acquisition and Retention of Verbal Material in the Classroom," Journal of Educational Psychology. 60 (1969), 339-342.
- Phye, Gary, and Baller, William. "Verbal Retention as a Function of the Informativeness and Delay of Informative Feedback : A Replication," Journal of Educational Psychology. 61(1970), 380-381.
- Sturges, Persis T., Sarafino, Edward P., and Donalson, Patricia L. "Delay Retention Effect and Informative Feedback," Journal of Educational Psychology. 78 (1968), 357-358.
- Sturges, Persis T. "Informative Delay and Retention Effect of Informative in Feedback and Test," Journal of Educational Psychology. 63 (1972), 32-43.
- _____. "Verbal Retention on a Function of the Informativeness and Delay of Informative Feedback," Journal of Educational Psychology. 60 (1969), 11-14.
- _____. "Informative Delay and Delay Retention Effect of Informative in Feedback and Test," Journal of Educational Psychology. 63 (1972), 32-43.

- _____. "Effect of Instruction and Form of Informative Feedback on Retention of Meaningful Material," Journal of Educational Psychology. 63 (1972), 99-102.
- Sassenrath, Julius M., and Garverich, Charles M. "Effect of Differential Feedback from Examinations on Retention and Transfer," Journal of Educational Psychology. 56(1965), 259-263.
- Sassenrath, Julius M., and Yonge, George D. "Delayed Informative Feedback Cue, Retention Set, and Delayed Retention," Journal of Educational Psychology. 59 (1968), 67-73.
- _____. "Effect of Delayed Information Feedback and Feedback Cue in Learning on Delayed Retention," Journal of Educational Psychology. 60 (1969), 174-177.
- Wexley Kenneth N., and Thornton Carl L. "Effect of Verbal Feedback of Test Results Upon Learning," Journal of Educational Research. 66 (1972), 119-121.

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาคผนวก

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ผนวก ก

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. ก. การหาค่าคะแนนเฉลี่ย (Mean)

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{N}$$

เมื่อ \bar{X} แทนคะแนนเฉลี่ย

X แทนผลรวมของคะแนนทั้งหมด

N แทนจำนวนคนในกลุ่ม

ข. การหาความเบี่ยงเบนมาตรฐานใช้สูตร

$$S.D. = \sqrt{\frac{\sum X^2}{N} - \left(\frac{\sum X}{N}\right)^2}$$

เมื่อ S.D. แทนความเบี่ยงเบนมาตรฐาน

X แทนผลรวมของคะแนนทั้งหมด

X² แทนผลรวมของกำลังสองของคะแนนแต่ละตัว

N แทนจำนวนคนในกลุ่ม

2. การทดสอบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยของคะแนน 2 ชุด ใช้สูตร

$$t = \frac{\sum D}{\sqrt{\frac{N \sum D^2 - (\sum D)^2}{N-1}}}$$

เมื่อ t แทนค่าทีโอฟิจารณาในตารางค่าที

$\sum D$ แทนผลรวมของความแตกต่างระหว่างคะแนนแต่ละคู่

¹ ประคอง กรวรรณสุต, สถิติศาสตร์ประยุกต์สำหรับครู (พิมพ์ครั้งที่ 2, พระนคร, โรงพิมพ์ไทยวัฒนาพานิช, 2513), หน้า 41, 51.

² George A. Ferguson, Statistical Analysis in Psychology and Education. (New York: McGraw-Hill Book Company, 1966), pp.169-171.

ΣD^2 แทนผลรวมของกำลังสองของความแตกต่างระหว่างคะแนนแต่ละคู่
 N แทนจำนวนประชากรในกลุ่ม

3. การวิเคราะห์ความแปรปรวนสองชั้น (Two - way analysis of variance)

ตัวอย่างสูตรการวิเคราะห์ความแปรปรวนสองชั้น

แหล่งความแปรปรวน (Source of variation)	ชั้นแห่งความเป็นอิสระ (df)	ผลบวกกำลังสองของความแตกต่างระหว่างคะแนนเทียบกับค่าเฉลี่ยเฉลี่ย (SS)	ความแปรปรวน M.S.	เรโซเอฟ F-Ratio
Row Means	R-1	$m \sum_c \sum_r (\bar{X}_r - \bar{X})^2$	$\frac{SS_r}{R-1}$	$\frac{MS_r}{MS_W}$
Column Means	C-1	$m \sum_r \sum_c (\bar{X}_c - \bar{X})^2$	$\frac{SS_c}{C-1}$	$\frac{MS_c}{MS_W}$
Interaction	(R-1)(C-1)	$m \sum_r \sum_c (\bar{X}_{rc} - \bar{X}_r - \bar{X}_c + \bar{X})^2$	$\frac{SS_{rc}}{(R-1)(C-1)}$	$\frac{MS_{rc}}{MS_W}$
Within Cell	m RC-RC	$\sum_r \sum_c (X_{rc} - \bar{X}_{rc})^2$	$\frac{SS_W}{m \text{ RC-RC}}$	
Total	mRC-1	$\sum_r \sum_c (X_{rc} - \bar{X})^2$		

เมื่อ R C แทนตัวเลขในแถวตามแนวนิ่ง และแนวนอนตามลำดับ

m แทนจำนวนประชากรในแต่ละกลุ่ม

X แทนผลรวมของคะแนนทั้งหมด

\bar{X} แทนคะแนนเฉลี่ย

SS แทนผลบวกของกำลังสองของผลต่างระหว่างมัธมิมเลขคณิตและคะแนน
ของแต่ละคน

MS แทนความแปรปรวน (Mean Square)

W Subscription แทนความแปรปรวนภายในกลุ่ม

4. การวิเคราะห์ความแปรปรวนชั้นเดียว (One-way analysis of variance)

ตัวอย่างการวิเคราะห์ความแปรปรวนชั้นเดียว

แหล่งความแปรปรวน (Source of Variation)	ชั้นแห่งความ เป็นอิสระ (df)	ผลบวกกำลังสองของความ แตกต่างระหว่างคะแนนดิบ กับค่ามัธมิมเลขคณิต (SS)	ความแปรปรวน (MS)	เรโซเอพ (F-Ratio)
ความแปรปรวนระหว่าง กลุ่ม (Among Group)	A-1	$SS_A = \sum_{j=1}^A \frac{T_j^2}{n_j} - \frac{T^2}{N}$	$MS_A = \frac{SS_A}{A-1}$	$F = \frac{MS_A}{MS_W}$
ความแปรปรวนภายใน กลุ่ม (Within group)	N-A	$SS_W = SS_T - SS_A$	$MS_W = \frac{SS_W}{N-A}$	
ผลรวม	N-1	$SS_T = \sum_{j=1}^A X^2 - \frac{T^2}{N}$		

⁴E.F. Lindquist, Design and Analysis of Experiments in Psychology and Education, (New York: Houghton Mifflin Company, 1956), pp.54-56.

เมื่อ	X	แทนค่าแปรของคะแนนแต่ละคน	
	T	แทนคะแนนรวม	
	N	แทนจำนวนประชากรในแต่ละกลุ่ม	
	A	แทนจำนวนกลุ่มประชากร	
	j	แทนดัชนีของกลุ่มประชากร	
	SS	แทนผลบวกของกำลังสอง (Sum square) ของผลต่างระหว่างมัชฌิมเลขคณิต และคะแนนของแต่ละคน	
	MS	แทนความแปรปรวน (Mean square)	
	A	Subscription แทนความแปรปรวนระหว่างกลุ่ม (Among Groups)	
	W	Subscription แทนความแปรปรวนภายในกลุ่ม (Within Groups)	
	T	Subscription แทนความแปรปรวนรวมของทุกกลุ่ม (Total)	

5. ทดสอบความแตกต่างของค่ามัชฌิมเลขคณิตโดยวิธีค้นค้น (Duncan's new multiple range test)

ศูนย์วิทยทรัพยากร

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

⁵ Allen L. Edward, Experimental Design in Psychological

Research, (New York : Holt Rinehart and Winston, Inc., 1960) pp.131-



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทความวิชาวิทยาศาสตร์ ชั้น ม.ศ. ๒

คำชี้แจง

1. ให้นักเรียนอ่านบทความเรื่องกาลาการกัโดยพยายามทำความเข้าใจ และจำ ขอบความที่อ่าน บทความทั้งหมดมี 9 หน้า มีเวลาอ่าน 1 ชั่วโมง
2. ห้ามขีดเขียน หรือทำเครื่องหมายใด ๆ ลงในบทความ
3. ห้ามจับบันทึกข้อความใด ๆ จากบทความนี้
4. ส่งบทความกลับคืนทันทีเมื่อหมดเวลา

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

กาลอากาศ¹

ความหมายของกาลอากาศ

กาลอากาศ บรรยากาศ และอากาศ คืออะไร ?

กาลอากาศ (Weather) คือ สภาพของอากาศในระยะเวลานึง และในสถานที่แห่งหนึ่ง ในส่วนที่เกี่ยวข้องกับอุณหภูมิ ความกดดัน ความชื้น ลักษณะของท้องฟ้า เมฆ และลม สภาพต่าง ๆ เหล่านี้รวมเรียกว่า องค์ประกอบแห่งกาลอากาศ (Elements of weather) ซึ่งอาจคงที่ตลอดปี บางทีก็อาจเปลี่ยนแปลงไปทุกวัน ๆ หรือทุก ๆ ชั่วโมงก็ได้ เช่น ตอนเช้าเมื่อพระอาทิตย์ขึ้น อุณหภูมิจะสูงขึ้นที่ละน้อยจนสูงสุดเมื่อเวลาประมาณ 13 นาฬิกา ถึง 15 นาฬิกา หลังจากนั้นอุณหภูมิจะค่อย ๆ ลดลงจนกระทั่งถึงเวลาใกล้ดวงอาทิตย์ขึ้นในวันใหม่ พร้อม ๆ กับที่อุณหภูมิเปลี่ยนไปนี้ ความชื้นของอากาศก็เปลี่ยนแปลงไปด้วย ความชื้นสัมพัทธ์มักลดลงเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น และความกดดันที่ทิศทางและความเร็วของลมก็เปลี่ยนแปลงไปด้วย

ภูมิอากาศ (Climate) นั้น หมายถึงกาลอากาศโดยส่วนรวมเฉลี่ยตลอดปี ความจริงสภาพอากาศที่สูงสุด และต่ำสุดก็มีความสำคัญในการพิจารณาเรื่องภูมิอากาศด้วยเหมือนกัน เช่น เมื่ออุณหภูมิสูงสุดในเวลากลางวันเป็น 40° เซ็นติเกรด ต่ำสุดตอนกลางคืน 5° เซ็นติเกรด เฉลี่ยแล้วเป็น 22.5° เซ็นติเกรด

¹ รวี สงวนทรัพย์ และ ทิทัศน์ รัชชพลเดช, "วิทยาศาสตร์ ตอน 6 พลังงานนิวเคลียร์ โลก เอกภพ กาลอากาศ การสงวนทรัพยากรธรรมชาติ" วิชาการ ประกาศนียบัตรวิชาการศึกษา ของครูสภา, (พระนคร : โรงพิมพ์ครูสภา, 2506) , หน้า 112 - 115.

เราอาจกล่าวได้ว่า ภูมิอากาศอบอุ่นในแง่เฉลี่ย แต่ความจริงอุณหภูมิค่าสุด 5° เซ็นติเกรด และสูงที่สุดถึง 40° เซ็นติเกรด เช่นนี้ไม่นับว่าเป็นอุณหภูมิที่อบอุ่นเลย

อากาศกับบรรยากาศ คืออะไร อากาศ หมายถึงวัตถุธาตุที่ประกอบด้วย ธาตุไนโตรเจน 78 เปอร์เซ็นต์ และออกซิเจน 21 เปอร์เซ็นต์ โดยปริมาตร อีก 1 เปอร์เซ็นต์นั้นเป็นอาร์กอนเฉย 0.94 เปอร์เซ็นต์ คาร์บอนไดออกไซด์ 0.03 เปอร์เซ็นต์ และแก๊สอื่นอัน คริปทอน เซนอน ฮีเลียม กับไฮโดรเจนอีกเล็กน้อย

แก๊สต่าง ๆ เหล่านี้ รวมกันเข้าเป็นอากาศ และอากาศปกคลุมล้อมรอบ โลกอยู่สูงขึ้นไปอย่างน้อยก็ราว 600 ไมล์ ซึ่งเป็นตอนที่อากาศเบาบางมาก

อากาศที่ห่อหุ้มโลกเราอยู่นี้เรียกว่า บรรยากาศ (Atmosphere)

อากาศที่กล่าวมานี้ เป็นอากาศบริสุทธิ์และแห้ง ไม่มีน้ำและฝุ่นละอองปนอยู่ แต่ในธรรมชาติจริง ๆ แล้ว อากาศอย่างนี้ไม่มีเลย เพราะโดยปรกติ อากาศมักมีไอน้ำและฝุ่นละอองปนอยู่ด้วยเสมอ

สมบัติของอากาศ

อากาศบริสุทธิ์เป็นสารผสมระหว่างแก๊สหลายชนิด ซึ่งใส ไม่มีสี มองไม่เห็น ไม่มีรสและกลิ่น อากาศอัดตัวและขยายตัวได้อย่างดี เคลื่อนไหวได้ และมีน้ำหนักเช่นเดียวกับสารอื่น ๆ เมื่ออากาศถูกทำให้เย็นลงและใช้ความกดดันช่วย จะกลายเป็นของเหลว

อากาศมีความเฉื่อยซึ่งต้านทานการเคลื่อนไหวต่าง ๆ เช่น คนวิ่ง รถยนต์ และเครื่องบิน หรืออีกนัยหนึ่ง อากาศทำให้หนักและเครื่องบินบินได้ อากาศที่เคลื่อนไหวทำให้เกิดแรงดัน ไต่ประโยชน์ในการเล่นเรือใบ และหมุนกังหันลมต่าง ๆ

อากาศมีความลอยตัวทำให้เมล็ดพืชแพร่ไปได้ บอลลูนลอยขึ้นไปในอากาศได้เพราะ น้ำหนักของบอลลูนน้อยกว่าน้ำหนักอากาศปริมาตร เท่ากัน และมักจะลอยขึ้นไปจนถึงระดับหนึ่งที่น้ำหนักของบอลลูนเท่ากับน้ำหนักของอากาศในปริมาตร เท่ากัน

ความสำคัญของอากาศ

อากาศโดยส่วนรวมมีความสำคัญที่ก่อให้เกิดเรื่องราวและเหตุการณ์ต่าง ๆ ขึ้น เช่น นกและเครื่องบินบินได้ การเกิดเสียง การเดินเรือใบและกังหันลม การแพร่พันธุ์พืช และจุลินทรีย์ การเกิดคลื่นในมหาสมุทร การเกิดลมและการกัดกร่อน (erosion) ต่าง ๆ ของพื้นดิน นอกจากนี้ อากาศยังช่วยเป็นตัวพาเอาฝนไปตกในที่ต่าง ๆ ทั่วโลก

นอกจากที่กล่าวมาแล้วนี้ องค์ประกอบต่าง ๆ ของอากาศยังมีความสำคัญ โดยเฉพาะอีก คือ

ออกซิเจน ออกซิเจนมีความสำคัญต่อปฏิกิริยาเคมีอย่างหนึ่ง คือ การสันดาป (combustion) เช่น เมื่อวัตถุไหมไฟ หมายความว่าวัตถุนั้นทำปฏิกิริยารวมกับออกซิเจนอย่างรวดเร็ว แต่บางที่วัตถุต่าง ๆ อาจรวมกับออกซิเจนได้อย่างช้า ๆ เช่นการที่เหล็กเป็นสนิมนั้น เหล็กกับออกซิเจนทำปฏิกิริยารวมกันเกิดความร้อนขึ้นมาเหมือนกัน แต่ช้ามก และแผ่ไปในเนื้อโลหะ และออกสู่อากาศเร็วกว่าที่เกิดขึ้น จึงไม่มากพอที่จะทำให้เหล็กร้อนจนมีแสงได้ ปฏิกิริยาที่วัตถุรวมกับออกซิเจนเช่นนี้ทำด้วยวัตถุต่าง ๆ ที่เราต้องการเก็บรักษา

ออกซิเจนมีความสำคัญต่อเรายิ่งกว่านั้นคือ มันมีความสำคัญต่อสิ่งมีชีวิตมากในการหายใจ โดยที่ออกซิเจนรวมกับคาร์บอนและไฮโดรเจนในสัตว์ ทำให้เกิดความร้อนและพลังงานในการเคลื่อนไหว ไม่ว่าพืชหรือสัตว์ชนิดใดทั้งบนบกและในน้ำ จำเป็นต้องใช้ออกซิเจนในการดำรงชีพทั้งนั้น (ยกเว้นบางชนิด)

คาร์บอนไดออกไซด์ คาร์บอนไดออกไซด์ในบรรยากาศ มีความสำคัญต่อความเจริญเติบโตของพืชและสัตว์ที่คงอาศัยพืชมาก คือพืชต้องใช้คาร์บอนไดออกไซด์จากอากาศในการที่ส่วนสีเขียว หรือคลอโรฟิลล์ของใบปรุงอาหารโดยใช้แสงแดด หรือที่เรียกว่า การสังเคราะห์แสง (photosynthesis) แสงแดดทำให้คาร์บอนไดออกไซด์กับน้ำในใบไม่รวมกันเข้าเป็นน้ำตาล วัตถุประสงค์อื่น ๆ ที่พืชดูด

ขึ้นมาจากดิน ก็เขารวมกับน้ำตาดนั้น เกิดเป็นเนื้อเยื่อของพืช แบ่ง น้ำตาลอย่างอื่น ๆ และโปรตีนขึ้น สัตว์ทุกชนิดต้องอาศัยกระบวนการสังเคราะห์แสงนี้ไม่โดยตรงก็โดยอ้อม จากปฏิกิริยานี้ออกซิเจนจากคาร์บอนไดออกไซด์ ถูกปลดปล่อยออกมาเป็นอิสระสู่อากาศ

คาร์บอนไดออกไซด์ ในบรรยากาศทำหน้าที่รับความร้อนจากแสงอาทิตย์ และอมความร้อนเอาไว้ ไม่ให้แผ่ออกจากโลกเร็วเกินไป บรรยากาศของโลกจึงอบอุ่นอยู่ตลอดเวลากลางวัน ไม่เย็นจัดจนเกินไป

เมื่อพืชหรือสัตว์เน่าเปื่อยหรือถูกเผา คาร์บอนที่สะสมอยู่ในเนื้อเยื่อจะสลายเป็นคาร์บอนไดออกไซด์ออกสู่อากาศอีก

ไนโตรเจน ไนโตรเจนเป็นธาตุจำเป็นในอาหารของพืชและสัตว์ เพราะเป็นองค์ประกอบอย่างหนึ่งในโปรตีนของเซลล์สิ่งมีชีวิต พืชไม่สามารถเอาไนโตรเจนอิสระมาใช้ประโยชน์แต่อย่างใด นอกจากในรูปของสารประกอบที่ละลายน้ำได้ ซึ่งรากพืชจะดูดขึ้นไปในลำต้นได้เท่านั้น เมื่อมีฟ้าแลบไนโตรเจนกับออกซิเจนจะรวมกันเป็นสารประกอบที่ละลายน้ำได้ น้ำฝนจะละลายลงสู่ดิน พืชและสัตว์ที่เน่าเปื่อยยุพังก็สลายตัวให้สารประกอบของไนโตรเจนและเป็นปุ๋ยต่อพืชอีกทีหนึ่ง

ไอน้ำ ไอน้ำในอากาศเป็นตัวให้กำเนิดแก๊สเมฆ หมอก ฝน หิมะ และความชื้นในรูปอื่น ๆ อากาศที่ชื้นมีความหนาแน่นน้อยกว่าอากาศแห้ง ไอน้ำทำหน้าที่ดูดอมรังสีความร้อน เช่นเดียวกับคาร์บอนไดออกไซด์ เมฆยิ่งทำหน้าที่นี้ได้ดียิ่งขึ้น

ฝุ่นละออง ฝุ่นละอองในที่ต่าง ๆ มีวัตถุประสงค์ต่างกัน จึงมีความสำคัญต่าง ๆ กัน ที่เหมือนกันก็คือ ในอากาศมีละอองแอมโมเนียของพืชซึ่งลมพัดพาไป เป็นการช่วยการสืบพันธุ์ของพืชอย่างหนึ่ง การหมักคอง (fermentation) และการบูดเน่า (putrefaction) ก็เนื่องมาจากจุลินทรีย์บางชนิดที่ล่องลอยติดมากับฝุ่นละออง เชื้อโรคหลายชนิดก็ล่องลอยไปในอากาศด้วย

อนุภาคฝุ่นละอองในอากาศทำหน้าที่เป็นแกนกลาง หรือนิวเคลียสให้ไอน้ำ
กลั่นตัวจับอยู่รอบ ๆ ฝุ่นละอองในอากาศจึงเป็นตัวการในการเกิดเมฆหมอกต่าง ๆ
และทำให้เกิดฝนตก

ฝุ่นละอองในอากาศเป็นตัวสะท้อนกระจายแสงสีน้ำเงินในแสงอาทิตย์ออก
ไปทำให้เราเห็นท้องฟ้าเป็นสีแดง เหลือง หรือดั่งคางามต่าง ๆ ในตอนเช้าและตอน
เย็น ทั้งนี้ก็เพราะในอากาศมีฝุ่นละอองนั่นเอง

ความกักตัวของอากาศ²

เราทราบแล้วว่า อากาศมีความกักตัว และความกักตัวนี้เปลี่ยนแปลงอยู่
ตลอดเวลา เนื่องจากอุณหภูมิเปลี่ยนแปลง และจำนวนไอน้ำในอากาศเปลี่ยนแปลง
กล่าวคือ ถ้าอุณหภูมิสูงขึ้น อากาศขยายตัว อากาศร้อนเบากว่าอากาศเย็นจึงมี
ความกักตัวน้อย เช่นเดียวกัน ในขณะที่อากาศมีไอน้ำน้อย ความกักตัวของอากาศ
จะสูงกว่าอากาศที่มีไอน้ำมาก เพราะไอน้ำเบากว่าอากาศ

ตามปกติที่ระดับน้ำทะเล อากาศมีความกักตัวเท่ากับปรอทสูง 760 มิลลิเมตร
หรือ 30 นิ้ว ดังนั้นถ้าอุณหภูมิเปลี่ยนแปลง หรือไอน้ำในอากาศมากน้อยต่างกัน
ความสูงของปรอทก็เปลี่ยนแปลงไปด้วย เครื่องมือที่ใช้วัดความกักตัวของอากาศ
เรียกว่า บารอมิเตอร์

บารอมิเตอร์ อาจทำขึ้นจากปรอท เรียกว่าบารอมิเตอร์ปรอท โดยใช้
หลอดบารอมิเตอร์ ซึ่งมีลักษณะเป็นหลอดแก้ว เส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 1 เซนติเมตร
ยาวประมาณ 1 เมตร เป็นหลอดที่มีปลายข้างหนึ่งปิด กรอกปรอทลงในหลอดนี้
จนเต็ม อยุ่ให้มีที่ว่างหรือช่องอากาศเหลืออยู่ในหลอด ใช้นิ้วหัวแม่มืออุดปาก

²กรมวิชาการ, แบบเรียนวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. (พระนคร :
โรงพิมพ์คุรุสภา, 2506), หน้า 51- 58.



หลอดแก้วไธแนน แล้วคว่ำหลอดลงในอ่างปรอท ไทปากหลอดอยู่ที่ระดับปรอท
ในอ่าง จับหลอดแก้วไธตั้งตรงในแนวยืน แล้วเปิดนิ้วหัวแม่มือออก ปรอทในหลอด
จะไหลลงในอ่าง ระดับปรอทในหลอดจะลดลงเล็กน้อย ที่ว่างส่วนบนของระดับ
ปรอท คือ สูญญากาศ ความกดดันของอากาศ คือความสูงของปรอทในหลอดนับ
จากระดับปรอทในอ่างถึงระดับปรอทในหลอด ตามปรกติจะวัดได้สูง 760 มิลลิเมตร
หรือ 30 นิ้ว แต่ถาคิดเป็นน้ำหนักของปรอทในหลอดที่กดดันลงมาแล้ว จะเท่ากับ
14.7 ปอนด์ต่อ 1 ตารางนิ้ว หรือ 1033.6 กรัมต่อ 1 ตารางเซนติเมตร
บารอมิเตอร์ ไม่สะดวกในการเคลื่อนย้าย ดังนั้นเขาจึงทำบารอมิเตอร์อีกแบบ
หนึ่งขึ้นใช้แทน เรียกว่า แอนนิรอยคบบารอมิเตอร์ (Aneroid barometer)
มีลักษณะเป็นกระป๋องกลมแบน ทำด้วยโลหะ ผิวกระป๋องทำเป็นคลื่น เอาอากาศ
ออกจากภายในกระป๋องบางส่วน ผนึกไม่ให้อากาศเข้าได้ ดังนั้นอากาศภายใน
นอกจะมีความกดดันสูงกว่าอากาศภายในกระป๋อง จึงกดลงบนผิวของกระป๋องทำ
ให้กระป๋องบุลงมากน้อยตามความกดของอากาศภายนอก จากผิวของกระป๋อง
มีลวดสปริงและคันตอเนื่องกันซับซ้อนหลายชั้นมายังเข็มชี้ ซึ่งเคลื่อนที่ไปมาบน
หน้าปัดบอกตัวเลข เป็นความกดดันของอากาศ

ในการที่จะทราบความเปลี่ยนแปลงของกาลอากาศ จำเป็นต้องทราบว่า
ค่าความกดดันของอากาศเปลี่ยนแปลงไปอย่างไร โดยเฉพาะในการพยากรณ์อากาศ
แล้ว จำเป็นต้องทราบค่าของความกดดันของอากาศทุกระยะ ดังนั้นเพื่อความ
สะดวก เขาจึงใช้เครื่องมือบาโรกราฟ (Barograph) แทนแอนนิรอยคบบารอมิเตอร์
เครื่องมือนี้ใช้หลักเดียวกับแอนนิรอยคบบารอมิเตอร์ แต่แทนที่จะให้เข็มกระดิกไปมา
บนหน้าปัด กลับใช้กลไกที่จะทำให้ปลายปากกาเคลื่อนไปบนกระดาษกราฟ ซึ่ง
เคลื่อนที่ไปตลอดเวลา โดยใช้ลานแบบเดียวกับลานนาฬิกา จากกราฟจะสามารถ
ทำสถิติการเปลี่ยนแปลงของความกดดันของอากาศได้ตลอดระยะเวลา 1 วัน หรือ
1 สัปดาห์

อุณหภูมิของอากาศ

อุณหภูมิของอากาศเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา ในฤดูร้อนอากาศร้อนกว่าฤดูหนาว กลางวันร้อนกว่ากลางคืน เมื่ออากาศได้รับความร้อนจากดวงอาทิตย์ก็มีอุณหภูมิสูงขึ้น เป็นเหตุให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของกระแสลมขึ้นดังที่กล่าวมาแล้ว การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิทำให้เกิดน้ำค้าง เมฆ หมอก ฝน พายุ ฯลฯ

เครื่องมือที่ใช้วัดอุณหภูมิ คือ เทอร์โมมิเตอร์ปรอท แต่ในการพยากรณ์อากาศหรือทำสถิติเกี่ยวกับอุณหภูมิของอากาศแล้ว จำเป็นต้องใช้เทอร์โมมิเตอร์อีกแบบหนึ่ง คือ เทอร์โมมิเตอร์สูงสุดและต่ำสุด (maximum and minimum thermometer) เทอร์โมมิเตอร์แบบนี้ ใช้วัดอุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุด ใช้สำหรับ

ตรวจอุณหภูมิสูงสุด และต่ำสุดในวันหนึ่ง ๆ เทอร์โมมิเตอร์ชนิดนี้ใช้หลักเดียวกับเทอร์โมมิเตอร์ปรอท ต่างกันที่ภายในหลอดมีดัชนี (index) ทำด้วยแก้วและมีเหล็กสปริงคันติดกับข้างหลอด ดัชนีนี้ใช้เป็นเครื่อง



รูปเทอร์โมมิเตอร์สูงสุดและต่ำสุด.

รับอุณหภูมิ เมื่อของเหลวในหลอดเทอร์โมมิเตอร์ ขยายตัวเคลื่อนขึ้นไปตามหลอด จะดันดัชนีให้เคลื่อนตามไปด้วย แต่เมื่อของเหลวหดตัว ดัชนีจะยังคงค้างอยู่ ไม่เคลื่อนตามลงมาทำให้เราสามารถทราบได้ว่า ครั้งหนึ่งอุณหภูมิเคยสูงสุดเท่าใด ในช่วงระยะเวลาหนึ่ง เช่นเดียวกันเราจะทราบอุณหภูมิต่ำสุดได้โดยวิธีเดียวกัน จากสถิติอุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุด ในช่วงระยะเวลาหนึ่งนี้ ให้นำไปใช้เป็นข้อสังเกตในการเปลี่ยนแปลงของกาลอากาศ และเป็นเครื่องช่วยในการพยากรณ์อากาศด้วย

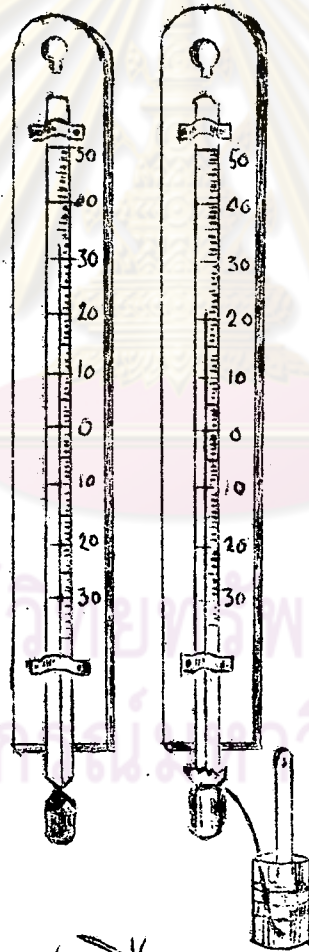
ความชื้นแหวงของอากาศ (Humidity)

บางวันนักเรียนจะรู้สึกไม่ใคร่สบาย เพราะว่าเหงื่อที่ออกตามตัวไมใคร่จะแห้ง ฝ่าที่ตากไวก็แห้งช้าเช่นเดียวกัน แสดงว่าในวันนั้นมีไอน้ำอยู่ในอากาศมาก น้ำจึงระเหยไปได้น้อย บางวันอากาศร้อนเท่า ๆ กัน แต่เรารู้สึกสบาย เหงื่อแห้งง่าย แสดงว่าวันนั้นอากาศมีไอน้ำน้อยระเหยไคงง่ายและเร็ว เมื่อมีการระเหยของน้ำจะลดลง ทำให้เรารู้สึกสบายขึ้น

อากาศชื้นไม่ไค่หมายความว่าอากาศมีไอน้ำมาก แต่หมายถึงอากาศสามารถจะรับไอน้ำที่ระเหยขึ้นไปได้อีกเพียงเล็กน้อย ก็จะได้ถึงขีดที่อากาศมีไอน้ำเต็มที่ เรียกว่า อากาศอิ่มตัวด้วยไอน้ำ แต่ถ้าวัดอากาศแห้ง อากาศสามารถรับไอน้ำที่ระเหยขึ้นไปได้อีกเป็นจำนวนมาก จึงจะได้ถึงขีดที่อากาศอิ่มตัวด้วยไอน้ำ การบอกอัตราความชื้นของอากาศขณะใดขณะหนึ่ง มักบอกเป็นร้อยละของจำนวนไอน้ำในอากาศขณะนั้น เทียบกับจำนวนไอน้ำที่ควรจะมีในอากาศขณะเดียวกัน โดยเทียบจากปริมาณของอากาศจำนวนเท่า ๆ กัน อัตราความชื้นเป็นร้อยละนี้ เรียกว่าความชื้นสัมพัทธ์ (Relative humidity) เช่น ในขณะหนึ่งอุณหภูมิของอากาศ 30 องศาเซลเซียส และขณะนั้นอากาศมีไอน้ำ 24 กรัมต่อ 1 ลบ.เมตร แต่อากาศจำนวนเดียวกันนี้ สามารถจะรับไอน้ำได้อีก 30.04 กรัมต่อ 1 ลบ.เมตร ดังนั้นความชื้นสัมพัทธ์ $= \frac{24}{30.04} \times 100 = 79.89$ แสดงว่าความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศในขณะนี้เท่ากับร้อยละ 79.89

เครื่องมือที่ใช้หาความชื้นสัมพัทธ์ เรียกว่า ไฮโกรมิเตอร์ (Hygrometer) ชนิดที่ใชง่ายและสะดวกคือ ไฮโกรมิเตอร์ชนิดกระเปาะเปียกและกระเปาะแห้ง (Wet and dry bulb - hygrometer) เครื่องมือประกอบด้วย เทอร์โมมิเตอร์ 2 อัน ตั้งอยู่บนไม้แฉกเดียวกัน ไค่กระเปาะเทอร์โมมิเตอร์อันหนึ่งมีหลอดเล็กบรรจุน้ำ จากหลอดมีไส้ตะเกียงขึ้นมาหุ้มกระเปาะเทอร์โมมิเตอร์อันนั้นไว้ ไส้ตะเกียงจะดูดน้ำจากหลอดมาทำให้กระเปาะนั้นเปียกอยู่เสมอ เมื่อต้อง

การทราบความชื้นสัมพัทธ์ ก็อ่านค่าอุณหภูมิต่างกัน ระหว่างเทอร์โมมิเตอร์
 กระจกเปียกและกระจกแห้ง เทอร์โมมิเตอร์กระจกแห้งจะบอกอุณหภูมิ
 ในขณะนั้น แต่อันเปียกจะต่ำกว่า เพราะว่า น้ำที่กระจกเปียกระเหยไปทำให้
 อุณหภูมิต่ำลงกว่าปกติ เมื่ออ่านค่าอุณหภูมิต่างกันแล้ว ก็อ่านค่าของอุณหภูมิต่ำ
 ในขณะนั้น ต่อจากนั้น จะทราบค่าของความชื้นสัมพัทธ์ได้จากตารางหน้าต่อไป



๒. ไฮโกรมิเตอร์ ชนิด กระจกเปียก และ กระจกแห้ง ๓

ผลต่างระหว่างกระ เปาะแห้งกับกระเปาะ เปียกเป็นเซ็นต์ติเกรด	อุณหภูมิของอากาศภายนอกกระเปาะแห้ง เป็นองศา C							
	15	20	25	26	27	28	29	30
1	89	90	91	92	92	92	92	92
2	78	81	83	84	84	84	85	85
3	68	72	75	76	77	77	78	79
4	58	64	68	69	70	70	70	71
5	48	56	61	62	63	63	64	65
6	40	48	54	55	56	57	58	59
7	30	40	47	48	50	50	51	53
8	21	32	40	42	43	44	46	47
9	13	25	34	36	37	38	40	41
10	—	18	28	31	31	33	34	35

เช่นตัวอย่าง อุณหภูมิของกระเปาะแห้ง 25 องศาเซ็นต์ติเกรด ของ
กระเปาะเปียก 20 องศาเซ็นต์ติเกรด ดังนั้นผลต่างของอุณหภูมิเป็น 5 องศา
ดูจากตารางในช่องผลต่างของอุณหภูมิที่เลข 5 แล้วดูที่ของอุณหภูมิของกระเปาะ
แห้งที่ 25 องศา จะตรงกับตัวเลข 61 แสดงว่ามีความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 61

ตัวอย่างแบบทดสอบวิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

1. อากาศบริสุทธิ์ มีคุณสมบัติอย่างไร?
 - ก. แห้งไม่มีไอน้ำ อัดและขยายตัวได้
 - ข. ไม่มีสี ไม่มีน้ำหนัก เคลื่อนที่ได้
 - ค. เป็นสารผสมระหว่างก๊าซหลายชนิด
 - *ง. ไม่มีรส ไม่มีกลิ่น มีน้ำหนัก เคลื่อนที่ได้

2. อะไรเป็นสิ่งสำคัญที่ทำให้เกิดหมอก ฝน หิมะ ?
 - ก. บรรยากาศ
 - ข. ความกดอากาศ
 - ค. อุณหภูมิ
 - *ง. ไอน้ำ

3. ต่อไปนี้ ข้อไหนเป็นประโยชน์ของฟ้าแลบ?
 - ก. ทำให้ไนโตรเจนในอากาศเพิ่มขึ้น
 - ข. ทำให้ออกซิเจนในอากาศเพิ่มขึ้น
 - ค. ทำให้เกิดสารประกอบระหว่างไฮโดรเจน และออกซิเจน ให้ความชุ่มชื้นแก่พืช
 - *ง. ทำให้ได้สารประกอบของไนโตรเจน และออกซิเจนที่ละลายน้ำได้ ซึ่งกลายเป็นปุ๋ยของพืชได้

4. ก๊าซอะไรที่ทำหน้าที่รับความร้อนจากแสงอาทิตย์ และอมความร้อนไว้ไม่ให้แผ่ออกจากโลกเร็วเกินไป ทำให้บรรยากาศของโลกอบอุ่น ตลอดเวลากลางคืนไม่เย็นจัด ?
 - ก. ออกซิเจน
 - ข. ไนโตรเจน
 - ค. ไฮโดรเจน
 - *ง. คาร์บอนไดออกไซด์

5. เราตรวจความชื้นของอากาศ เพื่อต้องการทราบอะไร ?

- ก. จุดน้ำค้าง
- * ข. ปริมาณไอน้ำในอากาศ
- ค. อุณหภูมิของไอน้ำ
- ง. ปริมาณน้ำค้างที่ตกลงมา

6. บาโรมิเตอร์ คือ เครื่องมือสำหรับใช้วัดอะไร ?

- ก. อุณหภูมิของคนไข้
- * ข. ความกดดันของอากาศ
- ค. อุณหภูมิของอากาศ
- ง. ความชื้นแห้งของอากาศ

7. ความรู้สึกรอนหนาวของร่างกาย ขึ้นอยู่กับอะไร ?

- ก. ปริมาณความร้อนในอากาศ
- ข. อุณหภูมิของอากาศ
- ค. ความชื้นสัมพัทธ์
- * ง. ข้อ ข และ ค

8. ถ้าเหงื่อของเราออกมาแล้วแห้งชา เราจะรู้สึกอย่างไร?

- ก. เป็นสบาย
- ข. รอนแต่สบาย
- ค. เป็นแต่ไม่สบาย
- * ง. อึดอัดอับอ้าว

9. เราตรวจอุณหภูมิของอากาศ เพื่อต้องการทราบอะไร?

- ก. ปริมาณความร้อนของอากาศ
- * ข. ระดับความร้อนของอากาศ
- ค. อุณหภูมิสูงสุดของอากาศ
- ง. อุณหภูมิต่ำสุดของอากาศ

10. เมื่อพืชและสัตว์ เกิดการเน่าเปื่อยสลายตัวแล้ว ใ้กาชอะไร ?

- * ก. คาร์บอนไดออกไซด์
- ข. ออกซิเจน
- ค. ไนโตรเจน
- ง. ไฮโดรเจน

11. บาโรกราฟ ใช้สำหรับวัดอะไร?

- ก. ความกดดันของอากาศในระยะ 2 วัน
- ข. ความชื้นของอากาศในระยะ 2 วัน
- * ค. ความกดดันของอากาศในระยะ 1 วัน หรือ 1 สัปดาห์
- ง. ความชื้นของอากาศในระยะ 1 วัน หรือ 1 สัปดาห์

12. ขณะที่อากาศมีตัวควบไอน้ำ แสดงว่ามีความชื้นสัมพัทธ์เท่าไร?

- ก. 25 %
- ข. 50 %
- ค. 75 %
- * ง. 100 %

13. เราสามารถสูดหมึกเข้าไปในปากกาหมึกซึมได้ เพราะอะไร?

- ก. ความกดดันของอากาศภายในขวดหมึก
- ข. ความแรงของการบีบใส่ปากกา
- ค. ความกดอากาศภายนอกน้อยกว่าความกดดันอากาศภายใน
- * ง. ความกดอากาศภายในน้อยกว่าความกดดันอากาศภายนอก

14. สภาพอุณหภูมิ ความกดดัน ความชื้น ตลอดจนลักษณะของท้องฟ้า เหล่านี้รวมเรียกว่า องค์ประกอบของอะไร?

- ก. อากาศ
- ข. ภูมิอากาศ
- * ค. กาลอากาศ
- ง. ไม่มีข้อใดถูก

15. บอลลูนลอยขึ้นไปในอากาศได้เพราะอะไร ?

- ก. อากาศมีแรงดันทำให้บอลลูนลอยได้
- ข. น้ำหนักของบอลลูนน้อยกว่าน้ำหนักของอากาศ
- * ค. น้ำหนักของบอลลูนน้อยกว่าน้ำหนักของอากาศที่มีปริมาตรเท่ากัน
- ง. น้ำหนักของบอลลูนมากกว่าน้ำหนักของอากาศ แต่เนื่องจากอากาศมีแรงต้านไว้

16. สิ่งต่อไปนี้ คู่ใดสัมพันธ์กันน้อยที่สุด ?

- ก. เมฆ-ลม
- * ข. ลม-หมอก
- ค. เวลา-อุณหภูมิต่ำ
- ง. อุณหภูมิ-ความกด

17. ถ้าอากาศมีความกดคั่นน้อยลง และต่ำมาก จะทำให้เกิดอะไรขึ้น?

- ก. เย็นมีลมพัด
- ข. ร้อนอบอ้าว
- * ค. มีพายุฝนฟ้าคะนอง
- ง. ฝนตก

18. อาชีพใดขึ้นอยู่กับ การเปลี่ยนแปลงของอากาศน้อยที่สุด?

- ก. ชาวนา
- ข. นักธุรกิจ
- * ค. แพทย์
- ง. นักบิน

19. ลมร้อนที่มาจากทะเลตัวเราในขณะที่เรานั่งในที่ร่มในเวลากลางวัน เกิดจากข้อใด ?

- ก. การนำความร้อน
- * ข. การพาความร้อน
- ค. การแผ่รังสีความร้อน
- ง. ทั้งข้อ ก, ข และ ค.

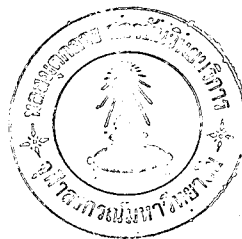
20. ถ้าอ่านอุณหภูมิที่กระเปาะแห้ง ของไฮโกรมิเตอร์ในวันเสาร์ และวันอาทิตย์ได้เท่ากัน แต่อุณหภูมิที่กระเปาะเปียกของวันเสาร์อ่านได้ 25 องศาเซลเซียส และวันอาทิตย์อ่านได้ 22 องศาเซลเซียส ทั้งสองวันมีลักษณะอากาศเป็นอย่างไร ?

- ก. วันเสาร์ความกดอากาศสูงกว่าวันอาทิตย์
- ข. วันเสาร์ความกดอากาศต่ำกว่าวันอาทิตย์
- * ค. วันเสาร์อากาศชื้นกว่าวันอาทิตย์
- ง. วันเสาร์อากาศแห้งกว่าวันอาทิตย์

* คำตอบที่ถูกต้อง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ประวัติการศึกษา



- ชื่อ นางสาวมาลี นันทสาร
- วุฒิการศึกษา ปริญญาการศึกษามัธยมศึกษา วิทยาลัยวิชาการศึกษาประสานมิตร ปีการศึกษา 2504
- ประกาศนียบัตรชั้นสูงสาขาการแนะแนว มัธยมศึกษาวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ปีการศึกษา 2515
- ตำแหน่งและสถานที่ทำงาน ครูโท โรงเรียนนารีรัตน์ จังหวัดแพร่
- ทุนการศึกษา ได้รับทุนทำวิทยานิพนธ์จากบัณฑิตวิทยาลัยเป็นจำนวนเงิน 700 บาท

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย