บรรณานุกรม

ภาษาไทย

หนังสือ

กรมวิชาการ, กระทรวงศึกษาธิการ. ประมวลศัพท์บัญญัติวิชาการศึกษา. กรุงเทพมหานคร: รุ่งเรืองการพิมพ์, 2521.

จำนง พรายแย้มแข. "แนวคิดใหม่ในการสอนวิทยาศาสตร์." เทคนิคและวิธีสอนวิทยาศาสตร์. กรุงเทพมหานคร: ไทยวัฒนาพานิช, 2516.

ธีระชัย ปูรณโชติ. การสอนวิทยาศาสตร์สมัยใหม่. กรุงเทพมหานคร: อักษรสยามการพิมพ์, 2514.

น้อมฤดี จงพยุหะ และ คนอื่น ๆ. "วิธีสอนแบบสืบสวนสอบสวน." คู่มือการศึกษาวิธีสอนวิทยาศาสตร์. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์มิตรสยาม, 2519.

ประคอง กรรณสูต. สถิติเพื่อการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2524.

ผดุงยศ ดวงมาลา. การสอนวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษา. ปัตตานี: ไมตรีสาสน์การพิมพ์, 2523.

วีรยุทธ วิเชียรโชติ. จิตวิทยาการเรียนการสอนแบบสืบสวนสอบสวน. กรุงเทพมหานคร: อำนวยการพิมพ์, 2521.

ศึกษาธิการ, กระทรวง. คู่มือการสอนการศึกษาผู้ใหญ่แบบเบ็ดเสร็จ. กรุงเทพมหานคร: กองการศึกษาผู้ใหญ่, 2517.

ศึกษาธิการ, กระทรวง. หลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลาย พุทธศักราช 2524. กรุงเทพมหานคร: อัมรินทร์การพิมพ์, 2523.

สุวัฒก์ นิยมค้า. การสอนวิทยาศาสตร์แบบพัฒนาความคิด. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์วัฒนาพานิช, 2517.

สุมิตร คุณานุกร. หลักสูตรและการสอน. พระนคร: กรุงสยามการพิมพ์, 2518.

ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี่, สถาบัน. คู่มือการสอนวิชาเคมี เล่ม 1 ว. 031 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์คุรุสภา, 2524.

____. หนังสือเรียนวิชาเคมี เล่ม 1 ว. 031 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์คุรุสภา, 2523.

____. คู่มือครูวิชาเคมี เล่ม 1-2 ประโยคมัธยมศึกษาตอนปลาย. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์คุรุสภา, 2518.

____. แบบเรียนวิชาเคมี เล่ม 1 ประโยคมัธยมศึกษาตอนปลาย. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์คุรุสภา, 2520.

อัจฉรา ประไพตระกูล. "วิธีสอนแบบอภิปราย." ประมวลบทความเกี่ยวกับหลักสูตรและการสอนระดับมัธยมศึกษา. สุจริต เพียรชอบ และ อัจฉรา ประไพตระกูล ผู้รวบรวม. กรุงเทพมหานคร: ภาควิชามัธยมศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2520.

บทความ

ชมเพลิน จันทร์เรืองเพ็ญ และคนอื่น ๆ. "การสอนแบบต่าง ๆ ในระดับอุดมศึกษา." วารสารครุศาสตร์ 6(พฤษภาคม-มิถุนายน 2519): 39-49.

ธีระชัย ปูรณโชติ. "การสอนวิทยาศาสตร์สมัยใหม่." วิทยาศาสตร์ 28 (สิงหาคม 2517): 41-49.

ยงสุข รัตนิมาส. "การสอนวิทยาศาสตร์แบบอินไควรี่." วารสารครุศาสตร์ 1 (ตุลาคม-พฤศจิกายน 2514): 46-52.

รพีพรรณ เวกสุภาพันธุ์. "การสอนสังคมด้วยวิธีสืบสวน-สอบสวน (Inquiry Method) ให้สอดคล้องกับวัฒนธรรมไทย." วิทยาสาร 26 (20 มกราคม 2518): 37-40.

เสริมศรี เสวกามร. "เราพยากรณ์ได้อย่างไรว่าใครพบกระแสไฟฟ้าในอากาศได้อย่างไร : หลักทั่วไปของการคิดสืบค้น (Inquiry)." ศึกษาศาสตร์สาร 6 (ตุลาคม-ธันวาคม 2520): 24-32.

เสริมศรี เสวกามร และ ชาลี งามดีรี. "วิเคราะห์วิธีสอนแบบ Inquiry." วารสารครุศาสตร์ 8 (กรกฎาคม-สิงหาคม 2521): 68-77.

วิทยานิพนธ์

นิมิตร มาศเกษม. "การเปรียบเทียบการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบสอบระหว่างวิธีสาธิตและวิธีปฏิบัติทดลอง." วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต แผนกวิชามัธยมศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2517.

บุญลือ ทองอยู่. "การศึกษาความสัมพันธ์เชิงโครงสร้างของความคิดแบบสอบสวน (Inquiry) กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความเกรงใจ." ปริญญานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต วิทยาลัยวิชาการศึกษาประสานมิตร, 2514.

ประภาพรรณ ไชยวงษ์. "การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์การเรียนวิทยาศาสตร์โดยการเรียนจากโมดูล กับการเรียนจากครูซึ่งสอนแบบสืบสอบ." วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชามัธยมศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2522.

พรพิมล ชาญชัยเชาว์วิวัฒน์. "ผลการสอนแบบสืบสอบชนิดที่ครูและนักเรียนช่วยกันถามกับชนิดที่ครูเป็นผู้ถาม มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และทัศนคติทางวิทยาศาสตร์." วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชามัธยมศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2525.

ยุพิน จิรสุขานนท์. "เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง "ภาคตัดกรวย" โดยวิธีสอนแบบอภิปรายกับวิธีสอนแบบบอกให้รู้ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4." วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชามัธยมศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2523.

สมศักดิ์ สุนทรสุข. "การศึกษาผลการสอนแบบสืบสวน-สอบสวน (Active Inquiry) ที่มีต่อความคิดแบบสืบสวนสอบสวน ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์." ปริญญานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต วิทยาลัยวิชาการศึกษาประสานมิตร, 2515.

สุกัญญา ศรีสุขวัฒน์. "การเปรียบเทียบสัมฤทธิผลทางการเรียนวิทยาศาสตร์แบบสืบสอบชนิดที่ใช้และไม่ใช้ศูนย์การเรียน." วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต แผนกวิชามัธยมศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2520.

สาบารถ ศรีจำนงค์. "ผลการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบสวนสอบสวน ที่มีต่อพฤติกรรมในชั้นเรียนของนักเรียน." ปริญญานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต วิทยาลัยวิชาการศึกษาประสานมิตร, 2516.

<u>เอกสารอื่น ๆ</u>

ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี่, สถาบัน. "การนำวิธีการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้มาใช้สอนวิชาเคมี." เอกสารในการอบรมครูวิทยาศาสตร์วิชาเคมี. ม.ป.ท. : สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี่, 2518. (อัดสำเนา)

ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี่, สถาบัน. สาขาวิทยาศาสตร์ทั่วไป. "การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้." ม.ป.ท. : สาขาวิทยาศาสตร์ทั่วไป สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี่, ม.ป.ป.. (อัดสำเนา)

สิปปนนท์ เกตุทัต. "แนวคิดว่าด้วยการศึกษาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี่ นโยบายของวิทยาศาสตร์ และการพัฒนาประเทศ." เอกสารในการสัมมนา เรื่องนโยบายทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี่กับประเทศไทย. ม.ป.ท. : 13 ธันวาคม 2515. (อัดสำเนา)

BIBLIOGRAPHY

Books

Bruner, Jerome S. The Process of Education. Mass: Harward University Press, 1963.

Clark, Leonard H., and Starr, Irving S. Secondary School Teaching Methods. New York: Macmillan Publishing Co., 1976.

Frederick, McDonald J. Educational Psychology. Belmont California: Publishing Company Inc., 1969.

Glass, Gene V., and Stanley, Julian C. Statistical Methods in Educational and Psychology. Englewood Cliffs, New Jerscy: Prentice-Hall, 1970.

Garrett, Henry E. Statistics in Psychology and Education. New York: Longmans, green and Co., 1958.

Joan, Leonard M, et al. "General Methods of Effective Teaching." A Practical Approach. New York: Thomas Y. Crowell Co., 1972.

Romey, William D. Inquiry Techniques for Teaching Science. Englewood Cliffs, N.J. : Prentice-Hall, 1968.

Standford, G., and Standford, B.D. Learning Discussion Skill Through Games. New York: Citation Press, 1969.

Schwab, Joseph J. "The teaching of Science as Inquiry." The Teaching of Science. Cambridge: Harward University Press, 1962.

Sund, Robert B., and Trowbridge, Leslie W. Teaching Science by Inquiry : in The Secondary School. Ohio, Charle E. Merrill Publishing Co., 1967.

Suchman, Richard J. The Elementary School Training Programe in Scientific Inquiry. Illinois : University of Illinois Press, 1962.

Articles

Allen, Vernon L., et al. "Research on Children Tutoring Children : A Critical Review." Review of Educational Research. 46 (Summer 1976): 355-380.

Davis, Maynard. "The Effectiveness of A Guide-Inquiry Discovery Approach in an Elementary School Science Curriculum." Dissertation Abstracts International (March 1978): 4164-A.

Dumbelton, Duana Dean. "The Effect of Guided Inquiry and Expositary Materials on Cognitive Learning, Retention, and Transfer in a Social Studies Unit for Secondary Level Students." Dissertation Abstracts International 33 (March 1973): 4692-A.

Fitzgerald, John Daniel. "A Comparison of Three Methods of Teaching Prospective Teachers about Inquiry Teaching." Dissertation Abstracts International 36 (March 1978): 7262-A.

Hurley, Beatrice. "Some Ways of Helping Children to Learn Science." The Science of Eight-to-Twelve. pp. 23-32. Bullentine No. 13A. of The Association for Childhood Educational International Washington, D.D., 1964.

Massialas, Byron G. "Teaching and Learning Through Inquiry." Today's Education 58 (May 1969): 40-44.

Meyer, James H. "The Influence of the Invitation to Enquiry." American Biology Teacher 31 (October 1968): 451-453.

Suchman, Richard J. "Inquiry : Inquiry in the Curriculum." The Instructor 75 (January 1966): 24-32.

William, James Melford. "A Comparison Study of The Effects of Inquiry and Traditional Teaching Procedures on Student Attitude, Achievement, and Critical-Thinking Ability in Eleventh Grade United States History." Dissertation Abstructs International 42 (October 1981): 1605-A.

Young, Darrell D. "Enquiry-A Critique." Science Education 52 (March 1968): 138-141.

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ก.

การวิเคราะห์ข้อมูล

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4 ระดับความยาก (P) อำนาจจำแนก (D) ของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี บทที่ 2

ข้อที่	P	D	ข้อที่	P	D
1	0.58	0.21	21*	0.52	0.10
2	0.20	0.20	22	0.38	0.23
3	0.75	0.22	23	0.50	0.40
4	0.78	0.23	24	0.63	0.53
5	0.52	0.43	25	0.63	0.33
6*	0.43	0.13	26*	0.15	0.10
7	0.47	0.30	27	0.48	0.63
8	0.62	0.30	28	0.22	0.20
9	0.60	0.47	29	0.33	0.33
10	0.80	0.20	30	0.35	0.23
11	0.80	0.20	31	0.38	0.30
12	0.65	0.23	32	0.80	0.30
13*	0.50	0.00	33	0.25	0.20
14*	0.95	0.10	34	0.76	0.26
15*	0.32	0.10	35	0.55	0.43
16*	0.78	0.06	36*	0.57	0.06
17	0.40	0.26	37	0.43	0.20
18	0.32	0.30	38	0.47	0.20
19*	0.15	0.03	39*	0.13	0.00
20	0.38	0.20	40	0.76	0.21

หมายเหตุ * หมายถึงข้อสอบที่ใช้ไม่ได้

หาค่าสัมประสิทธิ์แห่งความเที่ยง (r_{tt}) ของแบบทดสอบ โดยใช้ K-R 20

$$r_{tt} = \frac{n}{n-1}\left(1 - \frac{\Sigma pq}{s_x^2}\right)$$

r_{tt} = สัมประสิทธิ์แห่งความเที่ยง

n = จำนวนข้อสอบในแบบทดสอบ

p = สัดส่วนของคนที่ตอบข้อสอบแต่ละข้อได้ถูกต้อง

q = สัดส่วนของคนที่ตอบข้อสอบแต่ละข้อผิด

s_x^2 = ความแปรปรวนของคะแนนของผู้ถูกทดสอบทั้งหมด

$$r_{tt} = \frac{30}{30-1}\left(1 - \frac{6.37}{23.21}\right)$$

$$= 0.83$$

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 5 ระดับความยาก (P) อำนาจจำแนก (D) ของแบบทดสอบผล สัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี บทที่ 3

ข้อที่	P	D	ข้อที่	P	D
1	0.76	0.21	21	0.45	0.23
2	0.73	0.27	22	0.75	0.37
3*	0.95	0.10	23	0.63	0.67
4*	0.88	0.10	24*	0.32	0.03
5*	0.91	0.03	25	0.65	0.43
6	0.80	0.20	26*	0.75	0.03
7	0.30	0.26	27	0.71	0.43
8	0.80	0.23	28	0.60	0.60
9	0.55	0.37	29	0.65	0.50
10	0.71	0.37	30	0.50	0.67
11	0.80	0.20	31	0.76	0.40
12	0.78	0.37	32	0.71	0.30
13	0.80	0.27	33	0.56	0.67
14*	0.10	0.00	34	0.55	0.70
15*	0.90	0.26	35*	0.96	0.07
16	0.65	0.23	36	0.76	0.33
17	0.20	0.20	37	0.35	0.50
18	0.20	0.33	38	0.35	0.22
19	0.73	0.33	39*	0.18	0.10
20*	0.55	0.03	40	0.80	0.20

หมายเหตุ * หมายถึงข้อสอบที่ใช้ไม่ได้

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หาค่าสัมประสิทธิ์แห่งความเที่ยง (r_{tt}) ของแบบทดสอบโดยใช้ K-R 20 .

$$r_{tt} = \frac{n}{n-1}\left(1 - \frac{\sum pq}{s_x^2}\right),$$

r_{tt} = สัมประสิทธิ์แห่งความเที่ยง

n = จำนวนข้อสอบในแบบทดสอบ

p = สัดส่วนของคนที่ตอบข้อสอบแต่ละข้อได้ถูกต้อง

q = สัดส่วนของคนที่ตอบข้อสอบแต่ละข้อผิด

s_x^2 = ความแปรปรวนของคะแนนของผู้ถูกทดสอบทั้งหมด

$$r_{tt} = \frac{30}{30-1}\left(1 - \frac{5.59}{35.8}\right)$$

$$= 0.87$$

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 6 คะแนนสอบวิชาเคมี บทที่ 1 ก่อนทดลองสอนของกลุ่มตัวอย่างทั้งสอง

1 กลุ่มควบคุม				2 กลุ่มทดลอง			
คะแนน (X)	ความถี่ (f)	fX	fX^2	คะแนน (X)	ความถี่ (f)	fX	fX^2
21	6	126	2646	20	1	20	400
22	3	66	1452	21	2	42	882
23	8	184	4232	22	5	110	2420
24	6	144	3456	23	6	138	3174
25	5	125	3125	24	7	168	4032
26	8	208	5408	25	7	175	4375
27	2	54	1458	26	8	208	5408
29	2	58	1682	27	4	108	2916
Σ	40	965	23459	Σ	40	969	23607

การทดสอบความมีนัยสำคัญของผลต่างของมัชฌิมเลขคณิตของคะแนนวิชาเคมี บทที่ 1 ของกลุ่มตัวอย่างทั้งสองก่อนการทดลองสอน

ก. หาคะแนนเฉลี่ยของแต่ละกลุ่ม ($\bar{X}$)

$$\bar{X} = \frac{\Sigma fX}{N}$$

f = ความถี่

X = คะแนนของนักเรียนแต่ละคนในแต่ละกลุ่ม

N = จำนวนนักเรียนแต่ละกลุ่ม

กลุ่มที่ 1 $\bar{X}_1 = \frac{965}{40}$

$= 24.125$

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

กลุ่มที่ 2 $\bar{X}_2 = \frac{969}{40}$

$= 24.225$

ข. หาค่าความแปรปรวนของคะแนน (S^2) โดยใช้สูตร

$$S^2 = \frac{\Sigma fX^2 - [(\Sigma fX)^2/n]}{n - 1}$$

f = ความถี่

X = คะแนนของนักเรียนแต่ละคนในแต่ละกลุ่ม

n = จำนวนนักเรียนแต่ละกลุ่ม

กลุ่มที่ 1 $S_1^2 = \frac{23459 - [(965)^2/40]}{39}$

$= 4.573$

กลุ่มที่ 2 $S_2^2 = \frac{23607 - [(969)^2/40]}{39}$

$= 3.409$

ค. ทดสอบความแปรปรวน (Variance) ของคะแนนของกลุ่มตัวอย่างทั้งสอง โดยใช้ค่าเอฟ (F-test)

Ho: $\sigma_1^2 = \sigma_2^2$

$F = \frac{S_1^2}{S_2^2}$

$= \frac{4.573}{3.409}$

$= 1.341$

ชั้นแห่งความเป็นอิสระ (degrees of freedom) มีค่าเท่ากับ n_1-1 และ n_2-1 เมื่อ n_1 คือ นักเรียนในกลุ่มควบคุม และ n_2 คือ นักเรียนในกลุ่มทดลอง จากตารางค่าของเอฟที่ระดับความมีนัยสำคัญ .975 $F_{39, 39}$ มีค่าประมาณ 1.880 จากตารางค่าของเอฟที่ระดับความมีนัยสำคัญ .025 $F_{39, 39}$ มีค่าประมาณ 0.532 ค่าเอฟ

ที่คำนวณได้อยู่ระหว่าง 0.532 -- 1.880

$\therefore \sigma_1^2 = \sigma_2^2$ อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

ง. ทดสอบความมีนัยสำคัญของผลต่างของมัชฌิมเลขคณิตของกลุ่มตัวอย่างทั้งสองโดยใช้ค่าที (t-test)

Ho: $\mu_1 = \mu_2$

$$t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{\frac{(n_1-1)s_1^2 + (n_2-1)s_2^2}{n_1 + n_2 - 2}\left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}\right)}}$$

$$t = \frac{24.125 - 24.225}{\sqrt{\frac{(39 \times 4.573) + (39 \times 3.409)}{40 + 40 - 2}\left(\frac{1}{40} + \frac{1}{40}\right)}}$$

$$= -0.224$$

ชั้นแห่งความเป็นอิสระ (degrees of freedom) มีค่าเท่ากับ n_1+n_2-2 เมื่อ n_1 คือ จำนวนนักเรียนในกลุ่มควบคุม และ n_2 คือ จำนวนนักเรียนในกลุ่มทดลอง จากตารางค่าของทีที่ระดับความมีนัยสำคัญ .05 t_{78} มีค่าประมาณ $\pm$ 1.96 ค่าทีที่คำนวณได้มีค่าตัวเลขน้อยกว่าที่จากตาราง

$\therefore \mu_1 = \mu_2$ อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 7 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีของกลุ่มตัวอย่างทั้งสอง

1 กลุ่มควบคุม				2 กลุ่มทดลอง			
คะแนน (X)	ความถี่ (f)	fX	fX^2	คะแนน (X)	ความถี่ (f)	fX	fX^2
35	1	35	1225	35	1	35	1225
36	1	36	1296	37	1	37	1369
37	2	74	2738	39	2	78	3042
39	2	78	3042	40	1	40	1600
40	1	40	1600	41	3	123	5043
41	2	82	3362	43	1	43	1849
42	2	84	3528	44	6	264	11616
43	2	86	3698	45	1	45	2025
44	4	176	7744	46	4	187	8464
45	2	90	4050	47	6	282	13254
46	1	46	2116	48	1	48	2304
47	6	282	13254	49	2	98	4802
49	4	196	9604	50	2	100	5000
50	3	150	7500	51	2	102	5202
51	3	153	7803	52	4	208	10816
53	1	53	2809	53	3	159	8427
54	3	162	8748				
Σ	40	1823	84117	Σ	40	1846	86038

การทดสอบความมีนัยสำคัญของผลต่างของมัชฌิมเลขคณิตของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีของกลุ่มตัวอย่างทั้งสอง

ก. หาคะแนนเฉลี่ยของแต่ละกลุ่ม ($\bar{X}$)

$$\bar{X} = \frac{\Sigma fX}{N}$$

กลุ่มที่ 1 $\bar{X}_1 = \frac{1823}{40}$

$= 45.575$

กลุ่มที่ 2 $\bar{X}_2 = \frac{1846}{40}$

$= 46.150$

ข. หาค่าความแปรปรวนของคะแนน (s^2) โดยใช้สูตร

$$s^2 = \frac{\Sigma fX^2 - [(\Sigma fX)^2/n]}{n - 1}$$

กลุ่มที่ 1 $s_1^2 = \frac{84117 - [(1823)^2/40]}{39}$

$= 26.507$

กลุ่มที่ 2 $s_2^2 = \frac{86038 - [(1846)^2/40]}{39}$

$= 21.669$

ค. ทดสอบความแปรปรวนของคะแนนของกลุ่มตัวอย่างทั้งสองโดยใช้ค่าเอฟ (F-test)

Ho: $\sigma_1^2 = \sigma_2^2$

$$F = \frac{s_1^2}{s_2^2}$$

$$= \frac{26.507}{21.669}$$

$= 1.223$

ชั้นแห่งความเป็นอิสระ (degrees of freedom) มีค่าเท่ากับ n_1-1 และ n_2-1 เมื่อ n_1 คือ จำนวนนักเรียนในกลุ่มควบคุม และ n_2 คือ จำนวนนักเรียนในกลุ่มทดลอง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จากตารางค่าของเอฟที่ระดับความมีนัยสำคัญ .975 $F_{39, 39}$ มีค่าประมาณ 1.880 จากตารางค่าของเอฟที่ระดับความมีนัยสำคัญ .025 $F_{39, 39}$ มีค่าประมาณ 0.532

ค่าเอฟที่คำนวณได้มีค่าอยู่ระหว่าง 0.532 – 1.880

$\therefore \quad \sigma_1^2 = \sigma_2^2$ อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

ง. ทดสอบความมีนัยสำคัญของผลต่างของมัชฌิมเลขคณิตของกลุ่มตัวอย่างทั้งสองโดยใช้ค่าที (t-test)

Ho: $\mu_1 = \mu_2$

$$t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{\frac{(n_1-1)S_1^2 + (n_2-1)S_2^2}{n_1 + n_2 - 2}\left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}\right)}}$$

$$= \frac{45.575 - 46.150}{\sqrt{\frac{(40-1)26.507 + (40-1)21.669}{40 + 40 - 2}\left(\frac{1}{40} + \frac{1}{40}\right)}}$$

$$= - 1.097$$

ชั้นแห่งความเป็นอิสระ (degrees of freedom) มีค่าเท่ากับ n_1+n_2-2 เมื่อ n_1 คือ จำนวนนักเรียนของกลุ่มควบคุม 1 และ n_2 คือ จำนวนนักเรียนของกลุ่มทดลอง จากตารางค่าของทีที่ระดับความมีนัยสำคัญ .05 t_{78} มีค่าประมาณ $\pm$ 1.96 ค่าทีที่คำนวณได้มีค่าน้อยกว่าค่าทีจากตาราง

$\therefore \quad \mu_1 = \mu_2$ อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

ตารางที่ 8 คะแนนตามระดับความคิดเห็น มัชฌิมเลขคณิตและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน จากแบบสอบถามความคิดเห็น ของนักเรียนที่มีต่อการสอนแบบสืบสอบแบบจัดกิจกรรมอภิปรายระหว่างนักเรียนด้วยกัน

ข้อความ	ระดับความคิดเห็น					$\bar{X}$	S.D.
	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด		
1. ทำให้รู้ระดับความสามารถของตนเองในการเรียน	7	11	17	2	3	3.425	1.07
2. มีโอกาสฝึกในด้านการตัดสินใจแก้ปัญหาต่าง ๆ	4	22	7	5	2	3.525	1.00
3. รู้จักช่วยเหลือตนเองในการเรียน	4	21	11	3	1	3.600	0.86
4.* ทำให้เสียเวลาในการสรุปผลการทดลองมาก	17	15	4	2	2	1.925	1.08
5.* ทำให้ต้องทำงานมากในขณะเรียน	9	15	6	7	3	2.500	1.22
6. มีโอกาสหาคำตอบด้วยตนเอง	5	21	10	3	1	3.650	0.88
7. กระตุ้นให้ใช้ความคิดขณะเรียน	5	19	11	3	2	3.560	0.97
8. ฝึกการทำงานร่วมกันเป็นหมู่คณะ	7	15	13	4	1	3.575	0.97
9. มีโอกาสฝึกในด้านการตั้งคำถามและการตอบคำถาม	4	16	15	5	-	3.475	0.83
10.* ทำให้เสียเวลาในการเรียน	12	11	11	4	2	2.325	1.14
11. มีโอกาสได้ซักถามปัญหากับอาจารย์อย่างใกล้ชิด	5	11	9	10	5	3.025	1.23
12.* ไม่ต้องรับผิดชอบต่อการทำการทดลองและการเขียนรายงาน	3	4	7	16	10	3.650	1.17

ตารางที่ 8 (ต่อ)

ข้อความ	ระดับความคิดเห็น					$\bar{X}$	S.D.
	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด		
13.* มีความเชื่อมั่นในตนเองต่อการเรียนน้อยลง	10	8	13	7	2	2.575	1.18
14.* รู้สึกได้รับความรู้น้อยลง	9	9	12	7	3	2.650	1.21
15. ฝึกการยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น	6	18	10	3	3	3.525	1.07
16.* ใช้เวลาในการค้นคว้าเพิ่มเติมนอกห้องเรียนมาก	6	14	11	5	4	2.675	1.17
17.* เกิดความเกรียดในขณะเรียนมาก	7	10	11	9	3	2.775	1.19
18. อาจารย์มีโอกาสดูแลนักเรียนแต่ละกลุ่มอย่างทั่วถึง	4	4	12	11	9	2.575	1.22
19. ได้รับความสนุกสนานเพลิดเพลินขณะเรียน	4	11	12	7	6	3.000	1.20
20. รู้สึกพอใจกับการจัดกิจกรรมการเรียนแบบนี้	3	7	10	10	10	2.575	1.22

หมายเหตุ * หมายถึง ข้อความเชิงนิเสธ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตัวอย่างการคำนวณ

การให้คะแนน

ข้อความเชิงนิมาน			ข้อความเชิงนิเสธ		
ให้ 5	คะแนนเมื่อตอบ	มากที่สุด	ให้ 5	คะแนนเมื่อตอบ	น้อยที่สุด
4	คะแนนเมื่อตอบ	มาก	4	คะแนนเมื่อตอบ	น้อย
3	คะแนนเมื่อตอบ	ปานกลาง	3	คะแนนเมื่อตอบ	ปานกลาง
2	คะแนนเมื่อตอบ	น้อย	2	คะแนนเมื่อตอบ	มาก
1	คะแนนเมื่อตอบ	น้อยที่สุด	1	คะแนนเมื่อตอบ	มากที่สุด

ข้อที่ 3 มีจำนวนผู้ตอบมากที่สุด 4 คน
มีจำนวนผู้ตอบมาก 21 คน
มีจำนวนผู้ตอบปานกลาง 11 คน
มีจำนวนผู้ตอบน้อย 3 คน
มีจำนวนผู้ตอบน้อยที่สุด 1 คน

คำนวณมัชฌิมเลขคณิต โดยใช้สูตร

$$\bar{X} = \frac{\Sigma fX}{N}$$

$$= \frac{144}{40}$$

$$= 3.6$$

คำนวณส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยใช้สูตร

$$S_x = \sqrt{\frac{\Sigma fX^2}{N} - (\frac{\Sigma fX}{N})^2}$$

$$= \sqrt{\frac{548}{40} - (\frac{144}{40})^2}$$

$$= 0.86$$

ภาคผนวก ซ.

ตารางวิเคราะห์เนื้อหาและพฤติกรรมวิชาเคมี บทที่ 2 และบทที่ 3

แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี บทที่ 2 และบทที่ 3

แบบสอบถามความคิดเห็นในการเรียน

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 9 ตารางวิเคราะห์เนื้อหาและพฤติกรรมวิชาเคมี บทที่ 2

เนื้อหา \ พฤติกรรม	ความรู้	ความเข้าใจ	ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	การนำไปใช้	รวมจำนวนข้อ
1. มวลของสารในระบบ		2	4	4	10
2. อะตอม	2	3			5
3. ปฏิกิริยาเคมีของก๊าซ		1	1	1	3
4. โมเลกุล	1	3		2	6
5. โมล	1	3		2	6
รวม	4	12	5	9	30

ตารางที่ 10 ตารางวิเคราะห์เนื้อหาและพฤติกรรมวิชาเคมี บทที่ 3

เนื้อหา \ พฤติกรรม	ความรู้	ความเข้าใจ	ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	การนำไปใช้	รวมจำนวนข้อ
1. สูตรเคมี	2	7	2	3	14
2. ความเข้มข้นของสารละลาย	1	4	3	1	9
3. สมการเคมี		1	1		2
4. ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณสารในสมการเคมี		3		2	5
รวม	3	15	6	6	30

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 2

ให้นักเรียนเลือกข้อที่เห็นว่าถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว โดยทำเครื่องหมาย x ลงในช่องกระดาษคำตอบ

1. การทดลองต่อไปนี้ทำในภาชนะเปิดข้อใดเป็นระบบปิด
   ก. การเกี่ยวน้ำกระทิ ข. การละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ในน้ำ
   ค. การเผาไม้ให้เป็นถ่าน ง. การใส่ชิ้นทองแดงลงในกรดไนตริก
2. ในระบบปิด มวลทั้งหมดของสารก่อนเกิดปฏิกิริยาจะเท่ากับมวลทั้งหมดของสารหลังเกิดปฏิกิริยา เพราะสารต่าง ๆ ประกอบด้วยอนุภาคเล็ก ๆ เรียกว่า อะตอม ซึ่งไม่สามารถทำให้สูญหายไปหรือเกิดขึ้นใหม่ได้ คำอธิบายนี้เป็นไปตามข้อใด
   ก. กฎทรงมวล ข. กฎสัดส่วนคงที่
   ค. ทฤษฎีอะตอมของดาลตัน ง. ทั้งข้อ ก, ข, และ ค.

คำชี้แจง ข้อมูลต่อไปนี้ใช้ประกอบการตอบคำถามข้อ 3–4

กรดไฮโดรคลอริกทำปฏิกิริยากับแคลเซียมคาร์บอเนต ได้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ รินกรด 20 ซม.^{3} ลงในบีกเกอร์ นำไปชั่งปรากฏว่าหนัก 51.3 กรัม นำแคลเซียมคาร์บอเนต 11.4 กรัม เทผสมลงไป รอจนปฏิกิริยาสิ้นสุด นำบีกเกอร์ไปชั่งอีกครั้งหนึ่งปรากฏว่าหนัก 60.3 กรัม

3. ในการทดลองนี้ ได้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เกิดขึ้นกี่กรัม
   ก. 1.4 ข. 2.4
   ค. 2.7 ง. 4.3
4. การหาปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่เกิดขึ้นในการทดลองนี้ ใช้ความรู้ในเรื่องใด
   ก. กฎทรงมวล ข. กฎสัดส่วนคงที่
   ค. กฎของเกย์ลูสแซค ง. กฎของอาโวกาโดร

5. ข้อใดอธิบายได้ด้วยทฤษฎีอะตอมของดาลตัน

1. กฎทรงมวล
2. กฎสัดส่วนคงที่
3. กฎของอาโวกาโดร
4. กฎของเกย์ลูสแซก

ก. ข้อ 1 และ 2
ข. ข้อ 3 และ 4
ค. ข้อ 1, 2 และ 3
ง. ข้อ 1, 2, 3 และ 4

6. การเปลี่ยนแปลงในข้อใดจัดเป็นระบบเปิด

ก. การทำน้ำแข็งก้อน
ข. อุ่นน้ำชาให้ร้อน
ค. ใส่เกลือในน้ำคนจนละลายหมด พบว่ามีอุณหภูมิลดลง
ง. การละลายกรดซัลฟุริกในน้ำพบว่ามีอุณหภูมิสูงขึ้น

คำชี้แจง ข้อมูลต่อไปนี้ใช้ประกอบการตอบคำถามข้อ 7–8

เมื่อนำธาตุ A มาทำปฏิกิริยากับธาตุ B ได้สารประกอบ C เขียนกราฟจากผลการทดลองได้ ดังนี้

7. อัตราส่วนโดยมวลของธาตุ A : B ที่ทำปฏิกิริยาพอดีกัน คือ

ก. 1 : 2
ข. 2 : 1
ค. 3 : 1
ง. 4 : 3

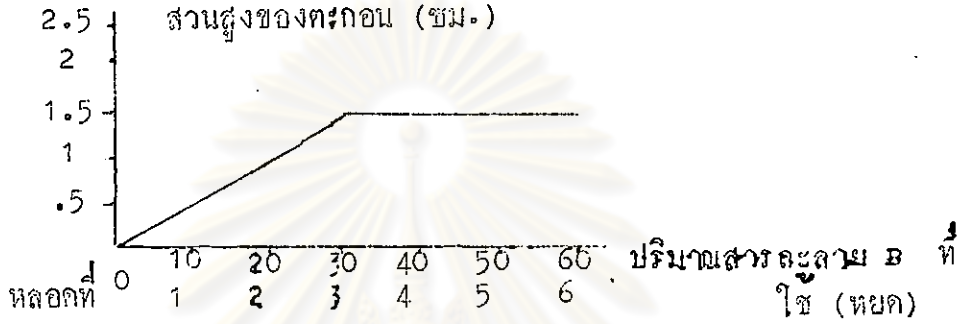
8. จากกราฟ ในการทดลองครั้งที่ 2 เกิดสารประกอบ C เท่าไร

ก. 12 กรัม
ข. 10 กรัม
ค. 8 กรัม
ง. 6 กรัม

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

คำชี้แจง ข้อมูลต่อไปนี้ใช้ประกอบการตอบคำถามข้อ 9–11

การศึกษาการรวมตัวระหว่างสาร A กับสาร B จำนวน 6 ครั้ง พบว่าเมื่อใช้สารละลาย A คงที่เท่ากับ 2 ซม.^{3} และเพิ่มปริมาณสารละลาย B ไปเรื่อย ๆ จะได้ปริมาณตะกอนของสารใหม่ เมื่อนำผลการทดลองมาเขียนกราฟได้ ดังนี้



9. สารละลาย A และสารละลาย B ทำปฏิกิริยากันพอดีโดยมวลเมื่อใช้สารละลาย B จำนวนเท่าไร (กำหนดสารละลาย B 1 ซม.^{3} เท่ากับ 20 หยด)

ก. 1 ซม.^{3} ข. 1.5 ซม.^{3}

ค. 2 ซม.^{3} ง. 2.5 ซม.^{3}

10. จากกราฟที่เขียนได้ จะอธิบายการรวมตัวของสารทั้งสองชนิดได้อย่างไร

ก. เมื่อเพิ่มปริมาณสารละลาย B ไปเรื่อย ๆ จะได้ตะกอนสูงขึ้นเรื่อย ๆ

ข. สารละลาย A และสารละลาย B ที่รวมตัวพอดีกันจะได้ตะกอนสูง 1.5 ซม.

ค. ใช้สารละลาย B 10 หยด จะรวมพอดีกับสารละลาย A 2 ซม.^{3}

ง. สารละลาย A และสารละลาย B จะรวมพอดีกันเมื่อใช้สารละลาย B 30 หยด

11. ถ้าใช้สารละลาย B 50 หยด ผลการทดลองจะเป็นอย่างไร

ก. สารละลาย A จะถูกใช้ไป 1.5 ซม.

ข. มีปริมาณสาร A เหลือ

ค. ได้ตะกอนของสารใหม่สูง 1.5 ซม.

ง. ปริมาณสาร B ที่ใช้หมดพอดี

12. ธาตุ A 1 อะตอมมีมวลเป็น 2 เท่าของคาร์บอน –12, 1 อะตอม จงพิจารณาว่าข้อใดถูกต้อง

ก. ธาตุ A 2 กรัมมี $\frac{2}{1.66 \times 10^{-24}}$ อะตอม

ข. ธาตุ A 1 อะตอมมีมวล $24 \times 1.66 \times 10^{-24}$ กรัม

ค. ธาตุ A 100 อะตอมมีมวลเป็น 200 เท่าของ $\frac{1}{12}$ ของมวลคาร์บอน–12, 100 อะตอม

ง. ธาตุ A 1 กรัมมี 6.02×10^{23} อะตอม

13. ธาตุ X มีมวลอะตอม 16, ธาตุ Y มีมวลอะตอม 32, X ทำปฏิกิริยากับ Y ได้สารประกอบ Z อย่างเดียวและอัตราส่วนโดยจำนวนอะตอมของ X : Y ที่รวมพอดีกันเป็น 1 : 2 จะมีอัตราส่วนโดยมวลของ X : Y เป็นเท่าไร

ก. 1 : 2 ข. 1 : 4

ค. 2 : 1 ง. 4 : 1

14. ก๊าซออกซิเจน 10 ซม.^{3} มี n โมเลกุล ก๊าซแอมโมเนีย 100 ซม.^{3} ที่อุณหภูมิและความดันเดียวกันจะมีกี่โมเลกุล การหาจำนวนโมเลกุลจะต้องใช้ความรู้ในเรื่องใด

ก. ทฤษฎีอะตอมของดาลตัน ข. กฎของเกย์ลูสแซก

ค. กฎของอาโวกาโดร ง. กฎของเกย์ลูสแซกและกฎของอาโวกาโดร

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

คำชี้แจง ข้อมูลต่อไปนี้ใช้ประกอบการตอบคำถามข้อ 15–16

X และ Y เป็นก๊าซไม่มีสี และไม่ละลายน้ำ ในการทดลองเพื่อศึกษาปริมาตรของก๊าซ X และ Y ซึ่งทำปฏิกิริยากันโดยตรงจะได้ก๊าซ Z สีเขียวชนิดเดียวละลายน้ำได้ บันทึกผล ดังนี้

การทดลอง	ปริมาตรของก๊าซ X (ซม.^{3})	ปริมาตรของก๊าซ Y (ซม.^{3})	ปริมาตรของก๊าซที่เหลือจากปฏิกิริยา (ซม.^{3})
1	0.9	4.7	2.0
2	1.2	5.0	1.4
3	1.5	5.0	0.5
4	1.8	5.5	0.1

หมายเหตุ 1. การวัดปริมาตรใช้วิธีแทนที่น้ำ

2. อัตราส่วนโดยปริมาตรของก๊าซ X : Y : Z = 1 : 3 : 2

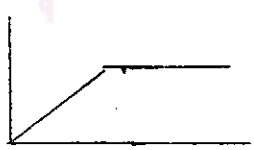
3. ปริมาตรของก๊าซวัดที่อุณหภูมิและความดันเดียวกัน

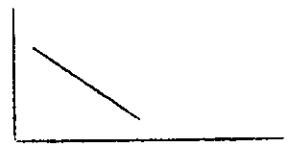
15. ถ้านำก๊าซ X 8 ซม.^{3} มาทำปฏิกิริยากับก๊าซ Y 12 ซม.^{3} จะมีผลิตภัณฑ์เกิดขึ้นเท่าไร

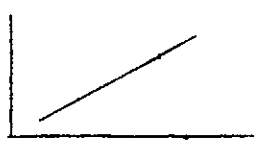
ก. 20 ซม.^{3} ข. 16 ซม.^{3}

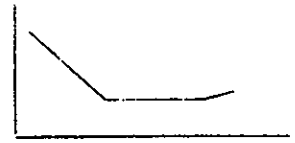
ค. 12 ซม.^{3} ง. 8 ซม.^{3}

16. กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างก๊าซ X และ Y ที่ทำปฏิกิริยาพอดีกัน โดยให้แกนตั้งแทนปริมาตรของก๊าซ Y และแกนนอนแทนปริมาตรของก๊าซ X ควรมีลักษณะตามข้อใด

ก. 

ข. 

ค. 

ง. 

17. ถ้าก๊าซ X 14 ค.ม.^{3} ที่ S.T.P. มีมวล 5.0 กรัม มวลโมเลกุลของก๊าซ X เป็นเท่าไร

ก. 6 ข. 8

ค. 10 ง. 12

18. สารประกอบ M ประกอบด้วยธาตุ N 25% โดยมวลนอกนั้นเป็นธาตุ P ถ้าต้องการทราบว่าเมื่อนำสาร M 24 กรัม มาสลายตัวจะได้ N และP อย่างละกี่กรัมจะต้องใช้ความรู้ในเรื่องใด

1. กฎทรงมวล
2. กฎสัดส่วนคงที่
3. ทฤษฎีอะตอมของดาลตัน

ก. ข้อ 1 และ 2 ข. ข้อ 2 และ 3

ก. ข้อ 1 และ 3 ง. ข้อ 1, 2 และ 3

19. ธาตุ A 24 อะตอมมีมวล a กรัม คาร์บอน-12, 1 อะตอม มีมวล b กรัม มวลอะตอมของธาตุ A เป็นเท่าไร

ก. ab ข. $\frac{a}{b}$

ค. 2ab ง. $\frac{a}{2b}$

คำชี้แจง ข้อมูลต่อไปนี้ใช้ประกอบการตอบคำถามข้อ 20-22

ในการทดลองประมาณขนาดของโมเลกุลของกรดสเตียริค มีข้อสมมุติ 2 ประการ คือ

1. แผ่นฟิล์มของกรดสเตียริคบนผิวน้ำมีโมเลกุลของกรดเรียงเป็นชั้นเดียว
2. โมเลกุลของกรดสเตียริคมีรูปทรงเป็นรูปลูกบาศก์

นักเรียนคนหนึ่งหาขนาดโมเลกุลของกรดสเตียริคได้เท่ากับ $(2.0 \times 10^{-6})^3$ ซม.^{3}

20. ถ้าแผ่นฟิล์มของกรดที่ฉาบบนผิวน้ำประกอบด้วยโมเลกุลของกรดเรียงซ้อนกันอยู่ 2 ชั้น โมเลกุลของกรดจะมีขนาดเป็นกี่เท่าของขนาดเดิม

ก. $\frac{1}{2}$ ข. $\frac{1}{4}$

ค. $\frac{1}{6}$ ง. $\frac{1}{8}$

21. ถ้าโมเลกุลของกรดมีรูปทรงเป็นทรงกลม และโมเลกุลเรียงเป็นชั้นเดียว ขนาดของโมเลกุลจะเป็นอย่างไร

ก. เล็กกว่าขนาดเดิม ข. ใหญ่กว่าขนาดเดิม

ค. เท่ากับขนาดเดิม ง. เทียบกันไม่ได้เพราะรูปทรงต่างกัน

22. ถ้าต้องการหาความหนาของชั้นกรดสเตรียริคที่มีรูปทรงเป็นรูปลูกบาศก์ และเรียงเป็นชั้นเดียวบนผิวน้ำ จะหาได้โดยตรงจากข้อใด

ก. จำนวนหยดของกรดที่มีปริมาตร 1 ซม.^{3}

ข. เส้นผ่าศูนย์กลางของกรดที่แผ่บนผิวน้ำ

ค. สัดส่วนของเนื้อกรดในสารละลาย

ง. ขนาดโมเลกุลของกรด

23. ก๊าซ X 11.2 ดม.^{3} มีมวลเท่ากับก๊าซออกซิเจนที่มีปริมาตร 22.4 ดม.^{3} ที่ S.T.P. ก๊าซ X มีมวลโมเลกุลเท่าไร

ก. เท่ากับออกซิเจน ข. $\frac{1}{2}$ เท่าของออกซิเจน

ค. 2 เท่าของออกซิเจน ง. $\frac{1}{3}$ เท่าของออกซิเจน

24. กล่องรูปลูกบาศก์ขนาด a ซม.^{3} บรรจุก๊าซไนโตรเจนได้ n โมเลกุล ถ้านำกล่องขนาด 20a ซม.^{3} จะบรรจุก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ได้เท่าไร ที่อุณหภูมิและความดันเดียวกัน

ก. n โมเลกุล ข. 2n โมเลกุล

ค. 10n โมเลกุล ง. 20n โมเลกุล

25. ข้อใด<u>ไม่ถูกต้อง</u> (มวลอะตอมของ Cl = 35.5)

ก. คลอรีน 1 โมลมีปริมาตร 22.4 ดม.^{3} ที่ S.T.P.

ข. คลอรีน 1 โมลหนัก 71 กรัม

ค. คลอรีน 71 กรัมมีจำนวน 6.02×10^{23} อะตอม

ง. คลอรีน 1 โมลมีจำนวน 6.02×10^{23} โมเลกุล

26. บอลลูนที่บรรจุก๊าซฮีเลียม 0.4 กรัมที่ 0°C ความดัน 1 บรรยากาศ จะมีปริมาตรเท่าไร (มวลอะตอมของฮีเลียม = 4)

ก. 22.4 ลิตร ข. 2.24 ลิตร

ค. 44.8 ลิตร ง. 4.48 ลิตร

27. ก๊าซ B มีความหนาแน่นที่ S.T.P. เท่ากับ 1.25 กรัม/ลิตร ก๊าซ B มีมวลโมเลกุลเท่าไร

ก. 0.28 ข. 2.80

ค. 28.0 ง. 280

28. สาร A 6.02×10^{23} โมเลกุลมีมวลเท่ากับ B กรัม ค่าของ B คืออะไร

ก. มวลอะตอมของสาร A ข. มวลโมเลกุลของสาร A

ค. ปริมาณสาร A 1 โมล ง. มวลของสาร A 1 โมเลกุล

29. ก๊าซไดไนโตรเจนเทตรอกไซด์ 1 โมเลกุลประกอบด้วยไนโตรเจน 2 อะตอม ออกซิเจน 4 อะตอม ถ้านำก๊าซนี้มา 0.92 กรัม จะมีปริมาตรเท่าไรที่ S.T.P. (มวลอะตอมของ N = 14, O = 16)

ก. 2.24 ลบ.^{3} ข. 4.48 ลบ.^{3}

ค. 0.224 ลบ.^{3} ง. 0.448 ลบ.^{3}

30. ผลึกโปตัสเซียมคลอไรด์ 1 โมลประกอบด้วยโปตัสเซียมอิออน 39 กรัม คลอไรด์อิออน 35.5 กรัม มวลโมเลกุลของผลึกนี้เป็นเท่าไร

ก. 0.745 ข. 7.45

ค. 74.5 ง. 745

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 3

ให้นักเรียนเลือกข้อที่เห็นว่าถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว โดยทำเครื่องหมาย X ลงในช่องกระดาษคำตอบ

1. สูตรที่แสดงชนิดของธาตุที่เป็นองค์ประกอบใน 1 โมเลกุลคือ สูตรใด
   1. สูตรอย่างง่าย
   2. สูตรโมเลกุล
   3. สูตรโครงสร้าง

   ก. ข้อ 1 และ 2
   ข. ข้อ 2 และ 3
   ค. ข้อ 1 และ 3
   ง. ข้อ 1, 2 และ 3

2. สูตรที่แสดงจำนวนอะตอมของธาตุที่เป็นองค์ประกอบใน 1 โมเลกุลของสารคือ สูตรใด
   1. สูตรอย่างง่าย
   2. สูตรโมเลกุล
   3. สูตรโครงสร้าง

   ก. ข้อ 1 และ 2
   ข. ข้อ 2 และ 3
   ค. ข้อ 1 และ 3
   ง. ข้อ 1, 2 และ 3

3. A และ B เป็นธาตุที่มีสถานะเป็นก๊าซ ถ้า A 46.5 ซม.^{3} ทำปฏิกิริยาพอดีกับ B 15.5 ซม.^{3} ได้ก๊าซชนิดหนึ่งเกิดขึ้น 31 ซม.^{3} ปริมาตรของก๊าซวัดที่อุณหภูมิและความดันเดียวกัน สูตรโมเลกุลของก๊าซที่เกิดขึ้นเป็นอย่างไร

   ก. AB
   ข. AB_3
   ค. A_3B
   ง. A_2B_3

4. การหาสูตรโมเลกุลของก๊าซในข้อ 3 ต้องใช้ความรู้ในเรื่องใด
   1. กฎของเกย์ลุสแซค
   2. กฎของอาโวกาโดร
   3. ปริมาตรต่อโมลของก๊าซ

   ก. ข้อ 1 และ 2
   ข. ข้อ 2 และ 3
   ค. ข้อ 1 และ 3
   ง. ข้อ 1, 2 และ 3

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

คำชี้แจง ข้อมูลต่อไปนี้ใช้ประกอบการตอบคำถามข้อ 5–7

สาร	ธาตุที่เป็นองค์ประกอบใน 1 โมเลกุล
A	คาร์บอน 8 อะตอม ไฮโดรเจน 18 อะตอม
B	ฟอสฟอรัส 2 อะตอม ออกซิเจน 5 อะตอม
C	คาร์บอน 1 อะตอม ไฮโดรเจน 2 อะตอม ออกซิเจน 2 อะตอม
D	ไฮโดรเจน 2 อะตอม กำมะถัน 1 อะตอม

5. สาร A, B และ C มีสูตรอย่างง่ายเป็นอย่างไร

   ก. C_8H_{13}, P_2O_5, CH_2O_2 ข. C_4H_9, PO_5, CH_2O

   ค. C_4H_9, P_2O_5, CH_2O_2 ง. CH, PO, CHO

6. ถ้าสาร D คือกาซไฮโดรเจนซัลไฟด์ จะมีกำมะถันปนอยู่กี่เปอร์เซนต์โดยประมาณ

   ก. 92 ข. 94

   ค. 96 ง. 98

7. ถ้าสารชนิดหนึ่งประกอบด้วย ฟอสฟอรัส 4 อะตอม ออกซิเจน 10 อะตอม ใน 1 โมเลกุลสาร B กับสารนี้เป็นชนิดเดียวกันหรือไม่

   ก. ชนิดเดียวกันเพราะมีอัตราส่วนอย่างต่ำของจำนวนอะตอมเท่ากัน

   ข. ชนิดเดียวกันเพราะมีธาตุที่เป็นองค์ประกอบเหมือนกัน

   ค. ต่างชนิดกันเพราะมีจำนวนอะตอมของแต่ละธาตุใน 1 โมเลกุลต่างกัน

   ง. ต่างชนิดกันเพราะมีผลรวมของจำนวนอะตอมต่างกัน

8. สารประกอบไฮโดรคาร์บอนชนิดหนึ่งประกอบด้วย คาร์บอนและไฮโดรเจนมีอัตราส่วนจำนวนอะตอมระหว่าง C : H เป็น 2 : 5 และไอของสารนี้ 22.4 $dm.^3$ ที่ 0°C ความดัน 1 บรรยากาศ มีมวล 58 กรัม สารประกอบนี้มีสูตรโมเลกุลเป็นอย่างไร

   ก. C_2H_5 ข. C_4H_{10}

   ค. C_6H_{15} ง. C_8H_{20}

9. ผลึก $A2H_2O$ มีน้ำปนอยู่ 20% โดยประมาณ ผลึกนี้มีมวลโมเลกุลเป็นเท่าไร

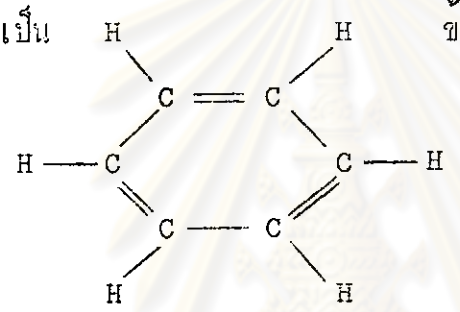
ก. 55.6 ข. 124.4

ค. 150.0 ง. 180.0

10. โลหะออกไซด์ชนิดหนึ่งมีสูตรเป็น XO_3 ทำปฏิกิริยากับไฮโดรเจนได้โลหะ X และน้ำ เขียนสมการได้ดังนี้ $aXO_3 + bH_2 \longrightarrow cX + dH_2O$ สัมประสิทธิ์ a, b, c, d จากสมการเรียงตามลำดับ คือ

ก. 1, 3, 1, 3 ข. 1, 3, 3, 1

ค. 3, 1, 3, 1 ง. 3, 1, 1, 3

11. สาร A มีสูตรเป็น  ข้อความต่อไปนี้ข้อใดไม่ถูกต้อง

ก. อัตราส่วนจำนวนอะตอมของธาตุองค์ประกอบเป็น 6 : 6

ข. สาร A ประกอบด้วยคาร์บอน 92.3% และ ไฮโดรเจน 7.7% โดยมวล

ค. มวลโมเลกุลของสาร A เท่ากับ 78

ง. สูตรโมเลกุลของสาร A เท่ากับ CH

12. นิโคตินในบุหรี่มวนหนึ่งเมื่อนำมาวิเคราะห์พบว่ามี C 74.0%, H 8.65% และ N 17.3% โดยมวล อัตราส่วนอย่างต่ำของจำนวนอะตอมของ C, H, N เป็นเท่าไร

ก. 6 : 8 : 1 ข. 6 : 7 : 1

ค. 5 : 8 : 1 ง. 5 : 7 : 1

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

คำชี้แจง ข้อมูลต่อไปนี้ใช้ประกอบการตอบคำถามข้อ 13–14

การเตรียมสารละลายโซเดียมไอโอไดด์ 10 โมล/ลิตร จำนวน 500 ซม.^{3} ทำดังนี้

1. คำนวณปริมาณโซเดียมไอโอไดด์
2. ชั่งโซเดียมไอโอไดด์
3. นำสารมาละลายน้ำ

13. ความเข้มข้นของสารละลายที่เตรียมได้จะถูกต้องเพียงใดขึ้นอยู่กับข้อใด

ก. การชั่งตัวทำละลาย ข. การวัดปริมาตรของสารละลาย

ค. ปริมาณของน้ำที่เติม ง. ทั้งข้อ ก, ข และ ค

14. ปริมาณโซเดียมไอโอไดด์ที่ใช้มีกี่กรัม

ก. 7.50 ข. 75.0

ค. 150 ง. 750

15. เติมเอธานอล (C_2H_5OH) 2.3 กรัมลงในน้ำ 500 ซม.^{3} สารละลายมีความเข้มข้นกี่โมแลล

ก. 0.01 ข. 0.05

ค. 0.10 ง. 0.20

16. ในเลือดมีโซเดียมอิออน (Na^+) ประมาณ 3.4 กรัม/ลิตร จะมีความเข้มข้นของโซเดียมอิออนเป็นร้อยละโดยมวลต่อปริมาตรเท่าไร

ก. .23 ข. .34

ค. .46 ง. .68

17. ใส่ NaOH 5 กรัม ลงในภาชนะ A ซึ่งมีน้ำอยู่ 100 ซม.^{3} แล้วแบ่งสารละลายที่ได้มาครึ่งหนึ่งใส่ในภาชนะ B แล้วเติมน้ำลงไปจนมีปริมาตรเป็น 100 ซม.^{3} ข้อใดอธิบายได้ถูกต้อง

ก. สารละลายที่เหลืออยู่ในภาชนะ A มีเนื้อสารเท่ากับสารละลายในภาชนะ B

ข. สารละลายที่เหลืออยู่ในภาชนะ A มีความเข้มข้นน้อยกว่าสารละลายในภาชนะ B

ค. สารละลายในภาชนะ B มีเนื้อสารน้อยกว่าสารละลายที่เหลืออยู่ในภาชนะ A

ง. สารละลายในภาชนะ B มีความเข้มข้นเท่ากับสารละลายที่เหลืออยู่ในภาชนะ A

18. "การเตรียมสารละลายชนิดหนึ่งให้มีความเข้มข้นเท่า ๆ กัน ต้องทำในภาชนะที่มีปริมาตรเท่ากันด้วย" ข้อความนี้ถูกหรือผิด

ก. ถูกเพราะถ้าปริมาตรเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นจะเปลี่ยนแปลงด้วย

ข. ผิดเพราะสารละลายที่มีปริมาตรเท่ากันอาจมีความเข้มข้นต่างกัน

ค. ถูกเพราะสารชนิดเดียวกันมีปริมาตรเท่ากันจะมีความเข้มข้นต่างกัน

ง. ผิดเพราะสารละลายที่มีปริมาตรเท่ากันจะมีปริมาณเนื้อสารเท่ากันด้วย

19. สารประกอบ Al_2O_3 มีอลูมิเนียม 21.6 กรัม สารประกอบนี้มี Al_2O_3 หนักกี่กรัม

ก. 30.8 ข. 34.5

ค. 35.4 ง. 40.8

20. สารละลาย X เข้มข้น 2 โมล/ลิตร แบ่งสารละลายมา 100 ซม.^{3} แล้วเติมน้ำจนได้สารละลาย 500 ซม.^{3} สารละลายใหม่มีความเข้มข้นกี่โมล/ลิตร

ก. 0.2 ข. 0.4

ค. 0.6 ง. 0.8

คำชี้แจง ข้อมูลต่อไปนี้ใช้ประกอบการตอบคำถามข้อ 21–23

สารละลาย $Hg(NO_3)_2$ เข้มข้น 0.2 โมล/ลิตร จำนวน 200 ซม.^{3} นำไปเคี่ยวจนสารละลายมีปริมาตรเหลือ 150 ซม.^{3}

21. สารละลายนี้มีตัวถูกละลายกี่กรัม

ก. 12.96 ข. 13.01

ค. 129.76 ง. 130.10

22. หลังจากต้มแล้ว สารละลายมีความเข้มข้นกี่โมล/ลิตร

ก. 0.20 ข. 0.25

ค. 0.26 ง. 0.29

23. ปรอทเป็นสารเคมีที่มีพิษต่อร่างกาย ในสารประกอบนี้มีปรอทอยู่กี่เปอร์เซ็นต์

ก. 92 ข. 81

ค. 65 ง. 61

คำชี้แจง ข้อมูลต่อไปนี้ใช้ประกอบการตอบคำถามข้อ 24–26

เมื่อใส่โซดาแอช (Na_2CO_3) หนัก 53 กรัม ลงในสารละลายกรดไฮโดรกลอริค (HCl) 500 ซม.^{3} เกิดปฏิกิริยาดังสมการ

$$Na_2CO_3(s) + 2HCl(aq) \longrightarrow 2NaCl(aq)H_2O_{(l)} + CO_2(g)$$

24. จะต้องใช้กรดไฮโดรคลอริกเข้มข้นกี่โมล/ลิตร จึงจะทำปฏิกิริยาพอดีกับโซดาแอชจำนวนดังกล่าว

ก. 1.0 ข. 1.5

ค. 2.0 ง. 2.5

25. จะได้ก๊าซ CO_2 เกิดขึ้นมากที่สุดกี่ ดม.^{3} ที่ S.T.P.

ก. 22.4 ข. 11.2

ค. 5.6 ง. 2.8

26. จะมีน้ำเกิดขึ้นกี่กรัม

ก. 18 ข. 10

ค. 9 ง. 4.5

27. ก๊าซมีเทน (CH_4) เมื่อเกิดการสันดาปกับออกซิเจนอย่างสมบูรณ์จะได้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และไอน้ำ สมการแสดงปฏิกิริยาคือ $CH_4(g) + 2O_2(g) \longrightarrow CO_2(g) + 2H_2O(g)$ ข้อใดอธิบายความหมายของปฏิกิริยาไม่ถูกต้อง

ก. ต้องการเผาไหม้มีเทน 1.6 กรัม ให้หมดพอดีต้องใช้ออกซิเจน 0.2 โมล

ข. ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่เกิดมีปริมาตรเป็นครึ่งหนึ่งของออกซิเจนที่ใช้

ค. ผลรวมของจำนวนโมลของสารตั้งต้นเท่ากับของผลิตภัณฑ์

ง. ไอน้ำที่เกิดมีมวลเป็น 2 เท่าของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

28. เกลือ $Na_2SO_4 \cdot XH_2O$ หนัก 1.50 กรัม มีน้ำอยู่ 0.705 กรัม เกลือนี้มีสูตรอย่างง่ายเป็นอย่างไร

ก. $NaSO_4 \cdot H_2O$ ข. $Na_2SO_4 \cdot H_2O$

ค. $Na_2SO_4 \cdot 5H_2O$ ง. $Na_2SO_4 \cdot 7H_2O$

29. หินปูนจำนวนหนึ่งมี $CaCO_3$ ปนอยู่ 95% โดยมวลเผาแล้วเกิด CaO ดังสมการ

$$CaCO_{3(s)} \xrightarrow{\Delta} CaO_{(s)} + CO_{2(g)}$$

ถ้าต้องการ CaO 44.8 กรัมต้องใช้หินปูนกี่กรัมโดยประมาณ

ก. 42 ข. 76

ค. 84 ง. 152

30. ถ้าอัตราส่วนโดยจำนวนโมลของสารละลายกรดไนตริก (HNO_3) ซึ่งเข้มข้น 1.2 โมลต่อลิตร กับสารละลาย $Ca(OH)_2$ ซึ่งเข้มข้น 0.9 โมล/ลิตร ที่ทำปฏิกิริยาพอดีกันคือ 2 : 1 จะต้องนำกรดไนตริกมาเท่าไรจึงจะรวมพอดีกับ $Ca(OH)_2$ 15 ซม.^{3}

ก. .675 ลิตร ข. .450 ลิตร

ค. .252 ลิตร ง. .225 ลิตร

.....

ให้นักเรียนใช้ค่ามวลอะตอมที่กำหนดให้ต่อไปนี้ ประกอบการคำนวณ

H = 1, C = 12, O = 16, S = 32, Ca = 40, N = 14

Na = 23, I = 127, Al = 27, Hg = 200, Cl = 35.5

.....

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แบบสอบถามความคิดเห็นในการเรียน

แบบสอบถามนี้จะมีข้อความที่แสดงความคิดเห็นในการเรียนในด้านต่าง ๆ ถ้านักเรียนมีความรู้สึกนึกคิดหรือมีความคิดเห็นต่อข้อความเหล่านี้อย่างไร ให้นักเรียนเขียนเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องว่างที่ตรงกับความคิดเห็นของนักเรียนอย่างจริงใจ

ข้อความ	ระดับความคิดเห็น				
	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
1. ทำให้รู้ระดับความสามารถของตนเองในการเรียน					
2. มีโอกาสฝึกในด้านการตัดสินใจแก้ปัญหาต่าง ๆ					
3. รู้จักช่วยเหลือตนเองในการเรียน					
4. ทำให้เสียเวลาในการสรุปผลการทดลองมาก					
5. ทำให้ต้องทำงานมากในขณะเรียน					
6. มีโอกาสหาคำตอบด้วยตนเอง					
7. กระตุ้นให้พยายามใช้ความคิดขณะเรียน					
8. ฝึกการทำงานร่วมกันเป็นหมู่คณะ					
9. มีโอกาสฝึกในด้านการตั้งคำถามและการตอบคำถาม					
10. ทำให้เสียเวลาในการเรียน					
11. มีโอกาสได้ซักถามปัญหากับอาจารย์อย่างใกล้ชิด					
12. ไม่เองรับผิดชอบต่อการทำการทดลองและการเขียนรายงาน					
13. มีความเชื่อมั่นในตนเองต่อการเรียนน้อยลง					
14. รู้สึกได้รับความรู้น้อยลง					
15. ฝึกการยอมรับความคิดเห็นของผู้อื่น					

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ข้อความ	ระดับความคิดเห็น				
	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
16. ใช้เวลาในการค้นคว้าเพิ่มเติมนอกห้องเรียนมาก					
17. เกิดความเครียดในขณะเรียนมาก					
18. อาจารย์มีโอกาสดูแลนักเรียนแต่ละกลุ่มอย่างทั่วถึง					
19. ได้รับความสนุกสนานเพลิดเพลินขณะเรียน					
20. รู้สึกพอใจกับการจัดกิจกรรมการเรียนแบบนี้					

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ค.

แผนการสอนแบบสืบสอบแบบจัดกิจกรรมอภิปรายระหว่างครูกับนักเรียน
และระหว่างนักเรียนด้วยกัน

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แผนการสอนแบบสืบสอบ

แบบที่ 1 คือ การสอนแบบสืบสอบแบบจัดกิจกรรมอภิปรายระหว่างครูกับนักเรียน

แบบที่ 2 คือ การสอนแบบสืบสอบแบบจัดกิจกรรมอภิปรายระหว่างนักเรียนด้วยกัน

รายการสอน

รายการสอนบทที่ 2 เรื่องปริมาณสัมพันธ์ 1 แบ่งเป็น 5 หน่วย คือ

หน่วยที่ 1 มวลของสารในระบบ
- ระบบปิดและระบบเปิด
- กฎทรงมวล
- กฎสัดส่วนคงที่

หน่วยที่ 2 อะตอม
- ทฤษฎีอะตอมของดาลตัน
- มวลอะตอม

หน่วยที่ 3 ปฏิกิริยาเคมีของก๊าซ
- กฎเกย์ลูสแซค
- กฎของอาโวกาโดร

หน่วยที่ 4 โมเลกุล
- ขนาดของโมเลกุล
- มวลโมเลกุล

หน่วยที่ 5 โมล
- โมลและเลขอาโวกาโดร
- ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนโมลกับมวล

- ปริมาตรต่อโมลของก๊าซ

รายการสอนบทที่ 3 เรื่องปริมาณสัมพันธ์ 2 แบ่งเป็น 4 หน่วย คือ

หน่วยที่ 1 สูตรเคมี
- สูตรอย่างง่าย
- สูตรโมเลกุล
- สูตรโครงสร้าง
- การคำนวณสูตรอย่างง่ายและสูตรโมเลกุล
- การคำนวณมวลเป็นร้อยละของธาตุจากสูตร

หน่วยที่ 2 ความเข้มข้นของสารละลาย
- ร้อยละโดยมวลต่อมวล
- ร้อยละโดยมวลต่อปริมาตร
- ร้อยละโดยปริมาตรต่อปริมาตร
- โมแลล, โมลต่อลิตร
- การเตรียมสารละลาย
- การคำนวณความเข้มข้นของสารละลาย

หน่วยที่ 3 สมการเคมี
- การเขียนสมการเคมี
- ความหมายของสมการเคมี
- การคำนวณจากสมการเคมี

หน่วยที่ 4 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณของสารในสมการเคมี
- ความสัมพันธ์ของจำนวนโมลกับมวลของสารในสมการเคมี
- ความสัมพันธ์ของจำนวนโมลกับปริมาตรของก๊าซที่ S.T.P. ในสมการเคมี

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

เรื่อง ระบบและมวลของสารในระบบ

เวลาที่ใช้สอน 2 คาบ

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

เมื่อเรียนเรื่องนี้จบแล้ว นักเรียนควรจะสามารถ

1. บอกความหมายของมวลของสารได้
2. บอกได้ว่าระบบใดเป็นระบบเปิดหรือระบบปิด

เนื้อเรื่อง

มวลของสาร เป็นคุณสมบัติของสารที่มีค่าคงที่เสมอ ไม่ว่าจะอยู่ที่ใดก็ตาม ส่วนน้ำหนักของสาร ขึ้นกับแรงดึงดูดของโลกที่มีต่อสารนั้น มีค่าต่างกันไปตามตำแหน่งต่าง ๆ บนพื้นโลก

เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้นในระบบ โดยที่มีการถ่ายเทมวลของสารระหว่างระบบกับสิ่งแวดล้อม ระบบนี้เรียกว่า ระบบเปิด ในทางตรงกันข้าม ถ้าระบบมีการเปลี่ยนแปลงโดยที่มีการถ่ายเทมวลของสารระหว่างระบบกับสิ่งแวดล้อม ระบบนี้เรียกว่า ระบบปิด

การทดลอง การศึกษามวลของสารในระบบ

ตอนที่ 1

1. ชั่งมวลของบีกเกอร์ และหลอดพลาสติกรวมกัน
2. รินสารละลายโปตัสเซียมไอโอไดด์ 5 ซม.^{3} ในหลอดพลาสติก นำไปวางในบีกเกอร์ ซึ่งมีสารละลายเลด (II) ไนเตรต 10 ซม.^{3} บรรจุอยู่
3. ชั่งมวลของภาชนะและสารในข้อ 2 ทั้งหมดรวมกัน
4. เอียงบีกเกอร์ให้สารละลายทั้ง 2 ผสมกัน สังเกตการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น

5. เมื่อไม่เห็นมีการเปลี่ยนแปลงใด ๆ เกิดขึ้นต่อไป ชั่งมวลทั้งหมดอีกครั้งหนึ่ง

ตอนที่ 2

1. ทำเช่นเดียวกับตอนที่ 1 แต่ใช้แคลเซียมคาร์บอเนต และกรดไฮโดรคลอริคแทน
2. สังเกตการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น
3. เมื่อไม่เห็นการเปลี่ยนแปลงใด ๆ เกิดขึ้นต่อไป ชั่งมวลทั้งหมดอีกครั้งหนึ่ง

อุปกรณ์

1. บีกเกอร์ขนาด 100 ซม.^{3}
2. กระบอกตวงขนาด 10 ซม.^{3}
3. หลอดพลาสติกขนาดเล็ก
4. เครื่องชั่งละเอียด 0.01 กรัม

สารเคมี

1. สารละลายโปตัสเซียมไอโอไดด์ 0.1 mol/l
2. สารละลายเลด (II) ไนเตรด 0.5 mol/l
3. แคลเซียมคาร์บอเนต
4. สารละลายกรดไฮโดรคลอริก 0.1 mol/l

วิธีสอนและกิจกรรม

แบบที่ 1

1. ครูกำหนดจุดประสงค์ของบทเรียน
2. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายจนได้ข้อสรุปว่า น้ำหนักและมวลของสารต่างกันและสรุปความหมายของมวลของสาร
3. ให้นักเรียนทำการทดลอง เรื่อง การศึกษามวลของสารในระบบ
4. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มบันทึกผลการทดลองบนกระดาน
5. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายและสรุปผลการทดลอง

แบบที่ 2

1. ครูกำหนดจุดประสงค์ของบทเรียน
2. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มอภิปรายกันเองในเรื่องน้ำหนักและมวลของสาร จากแบบเรียนและสรุปความหมายของมวลของสาร
3. ให้นักเรียนทำการทดลอง เรื่องการศึกษามวลของสารในระบบ
4. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มอภิปรายผลการทดลอง จนได้ข้อสรุป
5. ให้นักเรียนกลุ่มหนึ่งออกมารายงานข้อสรุปที่ได้หน้าชั้น

ประเมินผล

1. ครูยกตัวอย่างระบบต่าง ๆ บนกระดานให้นักเรียนตอบว่าระบบใดเป็นระบบปิดหรือระบบเปิด พร้อมทั้งให้เหตุผล

2. สังเกตการอภิปรายร่วมกันและการรายงานผลสรุปหน้าชั้น (สำหรับการสอนแบบที่ 2)

3. ให้นักเรียนทำข้อสอบย่อยใช้เวลา 10 นาที

เรื่อง กฎทรงมวลและกฎสัดส่วนคงที่

เวลาที่ใช้สอน 3 คาบ

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

เมื่อเรียนเรื่องนี้จบแล้ว นักเรียนควรจะสามารถ

1. คำนวณได้ว่าในระบบปิด มวลของสารก่อนเกิดปฏิกิริยาและมวลของสารหลังเกิดปฏิกิริยาเท่ากัน
2. บอกความหมายของกฎทรงมวลได้
3. คำนวณได้ว่าสารประกอบชนิดหนึ่ง ๆ จะมีอัตราส่วนโดยมวลของธาตุที่เป็นองค์ประกอบคงที่
4. บอกความหมายของกฎสัดส่วนคงที่ได้

เนื้อเรื่อง

ลาวัวซิเยร์ นักเคมีชาวฝรั่งเศส ได้ทดลองเผาไหม้สารในหลอดปิด พบว่า มวลของสารทั้งหมดก่อนทำปฏิกิริยาเท่ากับมวลของสารทั้งหมดหลังทำปฏิกิริยา จึงได้ตั้งเป็นกฎเรียกว่า กฎทรงมวล

ในศตวรรษที่ 18 โจเซฟ เพรเสต์ ได้ทำการทดลองและศึกษาปฏิกิริยาเคมีเกี่ยวกับการรวมตัวของธาตุเป็นสารประกอบ พบว่า อัตราส่วนโดยมวลของธาตุที่รวมกันเป็นสารประกอบหนึ่ง ๆ จะมีค่าคงที่ ไม่ว่าจะเตรียมกี่ครั้งหรือโดยวิธีการต่างกันอย่างไร จึงได้ตั้งเป็นกฎเรียกว่า กฎสัดส่วนคงที่ นอกจากนี้ยังพบอีกว่า ธาตุสองธาตุอาจรวมกันเป็นสารประกอบได้มากกว่าหนึ่งสาร อัตราส่วนโดยมวลของธาตุทั้งสองในแต่ละสารประกอบนั้นจะไม่เท่ากัน แต่จะคงที่สำหรับสารประกอบหนึ่ง ๆ

<u>การทดลอง</u> ปฏิกิริยาระหว่างทองแดงกับกำมะถัน

1. ตัดแผ่นทองแดงขนาด 0.5 ซม. x 5 ซม. มา 6 ชิ้น
2. ตวงกำมะถันผงโดยใช้ช้อนอะลูมิเนียมขนาดจิ๋ว ตักกำมะถันผงใส่ไว้ในหลอดทดลองขนาดกลาง 6 หลอด ๆ ละ 1, 2, 3, 4, 5 และ 6 ช้อน ตามลำดับ
3. ใช้คีมโลหะจับชิ้นทองแดงเผาโดยตรงจนร้อนแดง แล้วใส่ลงในหลอดที่มีกำมะถันทันที แล้วเผาหลอดทดลองจนสังเกตเห็นการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้น เมื่อปฏิกิริยาสิ้นสุด เทสิ่งที่อยู่ในหลอดทดลองลงในกระดาษทำการทดลองซ้ำจนครบ 6 หลอด
4. ใช้คีมจับชิ้นทองแดงในแต่ละหลอดหัก แล้วขูดส่วนที่เป็นคอปเปอร์ (II) ซัลไฟด์ออก วัดความยาวของทองแดงที่เหลือ
5. เขียนกราฟระหว่างความยาวของทองแดงที่เหลือในแต่ละหลอดกับปริมาณของกำมะถันผงที่ใส่ลงไป

<u>อุปกรณ์</u>

1. หลอดทดลองขนาดกลาง
2. ตะเกียงอัลกอฮอล์
3. ที่จับหลอดทดลอง
4. พายโลหะ
5. ช้อนอลูมิเนียมขนาดจิ๋ว
6. กระดาษทราย

<u>สารเคมี</u>

1. ทองแดงขนาด 0.5 ซม. x 5 ซม.
2. กำมะถันผง

การทดลอง อัตราส่วนโดยมวลของธาตุองค์ประกอบในเลด (II) ไอโอไดด์

ตอนที่ 1

1. นำหลอดทดลองมาตั้งเรียงกัน 7 หลอด ใช้กระบอกฉีดยาขนาดเล็กดูดสารละลายเลด (II) ไนเตรด ใส่ลงในหลอดทดลองทั้ง 7 หลอด ๆ ละ 2 ซม.^{3}
2. ใช้กระบอกฉีดยาดูดสารละลายโพแทสเซียมไอโอไดด์ใส่ลงในหลอดทดลองที่บรรจุสารละลายตามข้อ 1 โดยใส่หลอดที่หนึ่ง 0.5 ซม.^{3} และเพิ่มปริมาตรหลอดละ 0.5 ซม.^{3} ไปเรื่อย ๆ จนครบทั้ง 7 หลอด
3. เติมน้ำกลั่นลงในหลอดที่ 1–6 เพื่อให้ระดับของเหลวมีความสูงเท่ากับของเหลวในหลอดที่ 7 เขย่าให้เข้ากัน
4. ตั้งหลอดทดลองทั้งหมดทิ้งไว้ประมาณ 20 นาที แล้วเกาะเพื่อให้ตะกอนนอนก้นและอัดตัวดีขึ้น วัดส่วนสูงของตะกอนในแต่ละหลอดบันทึกผล
5. เขียนกราฟระหว่างความสูงของตะกอนกับปริมาตรของสารละลายโพแทสเซียมไอโอไดด์ที่ใช้ในแต่ละหลอด

ตอนที่ 2

1. หลังจากวัดส่วนสูงของตะกอนแล้ว ใช้หลอดหยดดูดสารละลายใสจากหลอดที่ 1, 2, 3 และ 4 หลอดละ 5 หยด ใส่หลอดทดลองอีก 4 หลอด แยกกัน แล้วเติมสารละลายโพแทสเซียมไอโอไดด์ลงไปหลอดละ 3 หยด สังเกตผล
2. ใช้หลอดหยดดูดสารละลายใสจากหลอดที่ 4, 5, 6 และ 7 มาหลอดละ 5 หยด ใส่หลอดทดลองอีก 4 หลอดแยกกัน เติมสารละลายเลด (II) ไนเตรด ลงไปหลอดละ 3 หยด สังเกตผล

อุปกรณ์

1. หลอดทดลองขนาดเล็ก
2. ที่ตั้งหลอดทดลอง
3. กระบอกฉีดยาขนาดเล็ก
4. หลอดหยด

สารเคมี

1. สารละลายเลด (II) ไนเตรต
2. สารละลายโพแทสเซียมไอโอไดด์
3. น้ำกลั่น

วิธีสอนและกิจกรรม

แบบที่ 1

1. ครูกำหนดจุดประสงค์ของบทเรียน
2. ครูทบทวนข้อสรุปของผลการทดลองครั้งที่แล้ว แล้วนำเข้าสู่กฎทรงมวล
3. ให้นักเรียนทำการทดลอง เรื่อง ปฏิกิริยาระหว่างทองแดงกับกำมะถัน
4. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มบันทึกผลการทดลองบนกระดาน
5. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปราย และสรุปผลการทดลอง
6. ให้นักเรียนทำการทดลอง เรื่อง อัตราส่วนโดยมวลของธาตุที่เป็นองค์ประกอบในเลด (II) ไอโอไดด์
7. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มบันทึกผลการทดลองบนกระดาน
8. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปราย และสรุปผลการทดลอง
9. จากข้อสรุปของผลการทดลองทั้ง 2 การทดลอง ครูนำเข้าสู่กฎสัดส่วนคงที่

แบบที่ 2

1. ครูกำหนดจุดประสงค์ของบทเรียน
2. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มทบทวนข้อสรุปของผลการทดลองครั้งที่แล้ว อภิปรายกันเองจนได้ข้อสรุปของกฎทรงมวล
3. ให้นักเรียนทำการทดลอง เรื่อง ปฏิกิริยาระหว่างทองแดงกับกำมะถัน
4. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มอภิปรายกันเอง จนได้ข้อสรุปของผลการทดลอง
5. ให้นักเรียนกลุ่มหนึ่งออกมารายงานข้อสรุปที่ได้หน้าชั้น
6. ให้นักเรียนทำการทดลอง เรื่องอัตราส่วนโดยมวลของธาตุที่เป็นองค์-ประกอบในเลด (II) ไอโอไดด์
7. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มอภิปรายกันเอง จนได้ข้อสรุปของผลการทดลอง
8. ให้นักเรียนกลุ่มหนึ่งออกมารายงานข้อสรุปที่ได้หน้าชั้น
9. จากข้อสรุปของผลการทดลองทั้ง 2 การทดลอง ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มศึกษาข้อมูลเพิ่มเติมจากแบบเรียน และอภิปรายร่วมกัน จนได้ข้อสรุปของกฎสัดส่วนคงที่

ประเมินผล

1. ครูให้โจทย์แล้วให้นักเรียนตอบว่าเป็นไปตามกฎทรงมวลหรือกฎสัดส่วนคงที่
2. ให้นักเรียนทำข้อสอบย่อยใช้เวลา 20 นาที

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

เรื่อง ทฤษฎีอะตอมของดาลตัน

เวลาที่ใช้สอน 1 คาบ

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

เมื่อเรียนเรื่องนี้จบแล้ว นักเรียนควรจะสามารถ

1. บอกคุณสมบัติของอะตอมตามทฤษฎีอะตอมของดาลตันได้
2. นำทฤษฎีอะตอมของดาลตันไปอธิบายกฎทรงมวลและกฎสัดส่วนคงที่ได้
3. บอกได้ว่าทฤษฎีที่นักวิทยาศาสตร์ตั้งขึ้น เปลี่ยนแปลงได้ เมื่อมีการทดลองใหม่ ๆ ที่ค้านกับทฤษฎีเดิม

เนื้อเรื่อง

ปี ก.ศ. 1808 ดาลตันได้เสนอทฤษฎีอะตอมขึ้น เพื่ออธิบายกฎต่าง ๆ ทฤษฎีนี้มีใจความว่า สารแต่ละชนิดประกอบด้วยอนุภาคเล็ก ๆ เรียกว่าอะตอม ซึ่งแบ่งแยกไม่ได้ ทำให้เกิดขึ้นใหม่หรือสูญหายไม่ได้ อะตอมของธาตุชนิดเดียวกันมีสมบัติเหมือนกันและแตกต่างจากอะตอมของธาตุอื่น

ทฤษฎีอะตอมของดาลตันใช้อธิบายกฎทรงมวลและกฎสัดส่วนคงที่ได้ ดังนี้

1. การที่ผลรวมของมวลสารก่อนและหลังปฏิกิริยาเท่ากัน เพราะจำนวนของอะตอมไม่ได้สูญหายหรือเกิดขึ้นใหม่ อะตอมอาจเปลี่ยนที่กันเมื่อเกิดปฏิกิริยา
2. การที่อัตราส่วนโดยมวลของธาตุที่รวมกันเป็นสารประกอบคงที่นั้น เพราะเมื่ออะตอมของธาตุต่างชนิดมารวมกันเป็นสารประกอบ จะรวมด้วยอัตราส่วนของจำนวนอะตอมคงที่ และเนื่องจากอะตอมของธาตุชนิดเดียวกันมีคุณสมบัติเหมือนกัน มีมวลเท่ากัน อัตราส่วนโดยมวลของธาตุที่รวมกันเป็นสารประกอบจึงคงที่ด้วย

ปัจจุบันความคิดเกี่ยวกับอะตอมไม่เป็นไปตามทฤษฎีอะตอมของดาลตันในบางอย่าง คือ

1. อะตอมมิใช่อนุภาคที่เล็กที่สุด
2. อะตอมของธาตุชนิดเดียวกันอาจมีมวลต่างกันเล็กน้อย

ฉะนั้นทฤษฎีอาจเปลี่ยนแปลงได้ เพราะทฤษฎีเป็นข้อความที่เสนอความคิดที่จะใช้อธิบายผลการทดลอง เมื่อมีผลการทดลองใหม่ ๆ ซึ่งทฤษฎีที่มีอยู่อธิบายไม่ได้ จึงต้องหาคำอธิบายใหม่ที่มีเหตุผลดีกว่า หรือแก้ไขทฤษฎีเก่าเพื่อให้ใช้ได้

<u>สื่อการเรียน</u>

แบบจำลองอนุภาคของธาตุ 2 ชนิด ที่รวมกันเป็นสารประกอบ

<u>วิธีสอนและกิจกรรม</u>

<u>แบบที่ 1</u>

1. ครูกำหนดจุดประสงค์ของบทเรียน
2. ครูให้ความรู้เกี่ยวกับทฤษฎีอะตอมของดาลตัน
3. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงการนำเอาทฤษฎีอะตอมของดาลตันไปอธิบายกฎทรงมวล และกฎสัดส่วนคงที่
4. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงความคิดของนักวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับอะตอมในปัจจุบัน และการเปลี่ยนแปลงของทฤษฎีที่นักวิทยาศาสตร์ตั้งขึ้นจนได้ข้อสรุป

<u>แบบที่ 2</u>

1. ครูกำหนดจุดประสงค์ของบทเรียน
2. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มศึกษาทฤษฎีอะตอมของดาลตันจากแบบเรียน และค้นคว้าจากหนังสืออื่น ๆ แล้วสรุปมาล่วงหน้า 1 สัปดาห์

3. ให้นักเรียนกลุ่มหนึ่งออกมารายงานข้อสรุปที่ได้หน้าชั้น
4. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มอภิปรายร่วมกันถึงการนำทฤษฎีอะตอมของดาลตันไปอธิบายกฎทรงมวลและกฎสัดส่วนคงที่
5. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มอภิปรายร่วมกันถึงความคิดของนักวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับอะตอมในปัจจุบัน และการเปลี่ยนแปลงของทฤษฎีจนได้ข้อสรุป
6. ให้นักเรียนกลุ่มหนึ่งออกมารายงานข้อสรุปที่ได้หน้าชั้น

ประเมินผล

1. สังเกตจากการอภิปรายร่วมกัน
2. สังเกตจากการรายงานผลสรุปหน้าชั้น (สำหรับการสอนแบบที่ 2)
3. ให้นักเรียนทำข้อสอบย่อยใช้เวลา 15 นาที

เรื่อง มวลอะตอม

เวลาที่ใช้สอน 1 คาบ

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

เมื่อเรียนเรื่องนี้จบแล้ว นักเรียนควรจะสามารถ

1. บอกความแตกต่างระหว่างมวลอะตอมของธาตุ และมวลของธาตุ 1 อะตอมได้
2. คำนวณมวลอะตอมของธาตุได้
3. คำนวณมวลของธาตุ 1 อะตอมได้
4. คำนวณจำนวนอะตอมได้

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

เนื้อเรื่อง

อะตอมมีขนาดเล็กมากและมวลก็น้อยมากจนชั่งไม่ได้ จึงใช้วิธีเปรียบเทียบ ค่าตัวเลขที่ได้จากการเปรียบเทียบมวลของธาตุ 1 อะตอมกับมวลของธาตุมาตรฐาน 1 อะตอม เรียกว่า มวลอะตอมของธาตุ ซึ่งเขียนเป็นความสัมพันธ์ ดังนี้

$$\text{มวลอะตอมของธาตุ} = \frac{\text{มวลของธาตุ 1 อะตอม}}{\text{มวลของธาตุมาตรฐาน 1 อะตอม}}$$

ดาลตันพบว่าไฮโดรเจนเป็นธาตุที่เบาที่สุด จึงเสนอให้ใช้ไฮโดรเจนเป็นธาตุมาตรฐาน โดยกำหนดไฮโดรเจน 1 อะตอมมีมวล 1 หน่วย

ต่อมาในปี ค.ศ. 1961 นักวิทยาศาสตร์ได้ตกลงใช้คาร์บอน –12 เป็นธาตุมาตรฐานในการเปรียบเทียบ และคิดมวลอะตอมของธาตุจากความสัมพันธ์ ดังนี้

$$\text{มวลอะตอมของธาตุ} = \frac{\text{มวลของธาตุ 1 อะตอม}}{\frac{1}{12}\text{มวลของคาร์บอน –12, 1 อะตอม}}$$

วิธีสอนและกิจกรรม

แบบที่ 1

1. ครูกำหนดจุดประสงค์ของบทเรียน
2. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงวิธีการหามวลของสิ่งที่มีมวลน้อย ๆ จนได้ข้อสรุปว่าใช้วิธีการเปรียบเทียบกับธาตุมาตรฐาน
3. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายต่อจนได้ข้อสรุปว่า

$$\text{มวลอะตอมของธาตุ} = \frac{\text{มวลของธาตุ 1 อะตอม}}{\text{มวลของไฮโดรเจน 1 อะตอม}}$$

4. ครูอธิบายถึงสาเหตุของการเปลี่ยนธาตุมาตรฐานที่ใช้เปรียบเทียบ จนในที่สุดตกลงใช้คาร์บอน –12 และคิดมวลอะตอมของธาตุจากความสัมพันธ์ดังนี้

$$\text{มวลอะตอมของธาตุ} = \frac{\text{มวลของธาตุ 1 อะตอม}}{\frac{1}{12} \text{ มวลของคาร์บอน -12, 1 อะตอม}}$$

5. ให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดบนกระดาน

<u>แบบที่ 2</u>

1. ครูกำหนดจุดประสงค์ของบทเรียน
2. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มอภิปรายกันเองถึงวิธีการหามวลอะตอมของธาตุ จนได้ข้อสรุปว่า ใช้วิธีเปรียบเทียบกับธาตุมาตรฐาน
3. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มศึกษาจากแบบเรียนและหนังสืออื่น ๆ และอภิปรายกันเองถึงการกำหนดธาตุมาตรฐานที่ใช้ในการเปรียบเทียบ จนในที่สุดตกลงใช้ คาร์บอน -12 เป็นมาตรฐาน และคิดมวลอะตอมของธาตุจากความสัมพันธ์ ดังนี้

$$\text{มวลอะตอมของธาตุ} = \frac{\text{มวลของธาตุ 1 อะตอม}}{\frac{1}{12} \text{ มวลของคาร์บอน -12, 1 อะตอม}}$$

4. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันทำแบบฝึกหัดบนกระดาน

<u>ประเมินผล</u>

1. สังเกตจากการอภิปรายร่วมกัน
2. ให้นักเรียนทำข้อสอบย่อยใช้เวลา 20 นาที

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

เรื่อง กฎของเกย์ลูสแซค

เวลาที่ใช้สอน 2 คาบ

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

เมื่อเรียนเรื่องนี้จบแล้ว นักเรียนควรจะสามารถ

1. แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตรของก๊าซที่ทำปฏิกิริยาพอดีกัน และปริมาณของก๊าซที่ได้จากปฏิกิริยาได้
2. คำนวณอัตราส่วนระหว่างปริมาตรของก๊าซที่ทำปฏิกิริยาพอดีกัน และปริมาตรของก๊าซที่ได้จากปฏิกิริยาได้
3. บอกข้อสรุปของกฎเกย์ลูสแซคได้

เนื้อเรื่อง

การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตรของก๊าซในปฏิกิริยา ต้องทำที่อุณหภูมิและความดันเดียวกัน เพราะปริมาตรของก๊าซเปลี่ยนแปลงไปตามอุณหภูมิและความดัน

ปี ค.ศ. 1809 เกย์ลูสแซค ได้ทำการทดลองวัดปริมาตรของก๊าซที่ทำปฏิกิริยาพอดีกันและที่ได้จากปฏิกิริยา วัดที่อุณหภูมิและความดันเดียวกัน จะเป็นเลขจำนวนเต็มลงตัวน้อย ๆ เรียกว่า กฎการรวมปริมาตรของก๊าซ ต่อมาเรียก กฎของเกย์ลูสแซค

การทดลอง การศึกษาปริมาตรของก๊าซในปฏิกิริยาระหว่างก๊าซออกซิเจนกับก๊าซไนโตรเจนมอนอกไซด์

1. เตรียมก๊าซไนโตรเจนมอนอกไซด์ (ใช้ทองแดงทำปฏิกิริยากับกรดไนตริก 6 โมล/ลิตร) และก๊าซออกซิเจน (เผาโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต) เก็บก๊าซทั้งสองโดยการแทนที่น้ำในหลอดทดลองขนาดกลางอย่างละ 4 หลอด

2. ใช้กระบอกตวงขนาด 100 ซม.^{3} บรรจุน้ำให้เต็มแล้วคว่ำลงในอ่างน้ำให้ปากกระบอกตวงอยู่ใต้ผิวน้ำประมาณ 1 ซม.
3. นำก๊าซออกซิเจนที่บรรจุไว้ในหลอดทดลอง 1 หลอด มาถ่ายเข้าสู่กระบอกตวงอ่านปริมาตรของก๊าซออกซิเจนที่อยู่เหนือน้ำ
4. นำหลอดทดลองที่บรรจุก๊าซไนโตรเจนมอนอกไซด์ 1 หลอดถ่ายเข้าสู่กระบอกตวงที่บรรจุก๊าซออกซิเจนไว้แล้ว โดยทำเช่นเดียวกับข้อ 3 สังเกตการเปลี่ยนแปลงและบันทึกปริมาตรของก๊าซเหนือระดับน้ำ เมื่อปฏิกิริยาสิ้นสุดลงแล้ว
5. ทำการทดลองข้อ 3 และ ข้อ 4 ซ้ำอีก 2 ครั้ง

<u>อุปกรณ์</u>

1. หลอดทดลองขนาดใหญ่
2. จุกยางเสียบหลอดนำก๊าซพร้อมสายพลาสติกสำหรับปิดหลอดทดลองขนาดใหญ่
3. หลอดทดลองขนาดกลาง
4. กะเกียงอัลกอฮอล์
5. กระบอกตวงขนาด 100 ซม.^{3}
6. อ่างน้ำ
7. ขาตั้งพร้อมที่จับหลอดทดลอง

<u>สารเคมี</u>

1. ทองแดงชิ้นเล็ก ๆ
2. สารละลายกรดไนตริก 50% โดยปริมาตร
3. โพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิธีสอนและกิจกรรม

แบบที่ 1

1. ครูกำหนดจุดประสงค์ของบทเรียน
2. ให้นักเรียนทำการทดลอง เรื่อง การศึกษาปริมาตรของก๊าซในปฏิกิริยาระหว่างก๊าซออกซิเจนกับก๊าซไนโตรเจนมอนนอกไซด์
3. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายผลการทดลองจนได้ข้อสรุป
4. ให้นักเรียนพิจารณาข้อมูลในตาราง ในหนังสือแบบเรียนเรื่องปริมาตรของก๊าซที่ทำปฏิกิริยาและที่ได้จากปฏิกิริยา
5. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายข้อมูลในตารางและสรุปความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตรของก๊าซที่ทำปฏิกิริยาและที่ได้จากปฏิกิริยา แล้วนำเข้าสู่กฎของเกย์ลูสแซก

แบบที่ 2

1. ครูกำหนดจุดประสงค์ของบทเรียน
2. ให้นักเรียนทำการทดลอง เรื่องการศึกษาปริมาตรของก๊าซในปฏิกิริยาระหว่างก๊าซออกซิเจนกับก๊าซไนโตรเจนมอนนอกไซด์
3. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปรายและสรุปผลการทดลอง
4. ให้นักเรียนกลุ่มหนึ่งออกมารายงานข้อสรุปที่ได้หน้าชั้น
5. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มศึกษาข้อมูลจากตาราง ในหนังสือแบบเรียน เรื่องปริมาตรของก๊าซที่ทำปฏิกิริยาและที่ได้จากปฏิกิริยา แล้วอภิปรายร่วมกันจนได้ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตรของก๊าซที่ทำปฏิกิริยาพอดีกันและที่ได้จากปฏิกิริยา
6. จากความสัมพันธ์ที่ได้ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มอภิปรายกันต่อจนได้ข้อสรุปกฎของเกย์ลูสแซก

ประเมินผล

1. ให้นักเรียนสรุปข้อมูลให้เป็นไปตามกฎของเกย์ลูสแซค
2. ให้นักเรียนทำข้อสอบย่อยใช้เวลา 15 นาที

เรื่อง กฎของอาโวกาโดร

เวลาที่ใช้สอน 2 คาบ

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

เมื่อเรียนเรื่องนี้จบแล้ว นักเรียนควรจะสามารถ

1. บอกใจความในกฎของอาโวกาโดรได้
2. นำกฎของอาโวกาโดรไปอธิบายกฎของเกย์ลูสแซคได้
3. เปลี่ยนอัตราส่วนโดยปริมาตรของก๊าซในปฏิกิริยา ให้เป็นอัตราส่วนโดยจำนวนโมเลกุลได้

เนื้อหา

อาโวกาโดร ได้ศึกษากฎของเกย์ลูสแซค และให้เหตุผลว่าการที่อัตราส่วนโดยปริมาตรของก๊าซที่ทำปฏิกิริยาและที่ได้จากปฏิกิริยา เป็นเลขจำนวนเต็มลงตัวน้อย ๆ นั้น เป็นเพราะปริมาตรของก๊าซมีความสัมพันธ์กับจำนวนอนุภาคที่เข้ารวมเป็นสารประกอบ อาโวกาโดรจึงเสนอสมมุติฐานขึ้นในปี ค.ศ. 1811 ว่า ก๊าซซึ่งมีปริมาตรเท่ากันที่อุณหภูมิและความดันเดียวกันจะมีจำนวนอนุภาคเท่ากัน อาโวกาโดรเสนอให้เรียกอนุภาคของก๊าซว่า โมเลกุล เพื่อให้แตกต่างกับอนุภาคอะตอมที่ดาลตันเสนอไว้ แต่สมมุติฐานของอาโวกาโดรก็ยังไม่เป็นที่ยอมรับ

ในปี ค.ศ. 1860 แคนนิซซาโรพยายามอธิบายสมมุติฐานของอาโวกาโดรใหม่ โดยศึกษาผลการทดลองเกี่ยวกับปริมาตรของก๊าซต่าง ๆ แคนนิซซาโรเสนอให้ธาตุที่เป็นก๊าซมีโมเลกุลที่ประกอบด้วยอะตอมจำนวนคู่ที่น้อยที่สุด คือ 1 โมเลกุลของธาตุที่เป็นก๊าซประกอบด้วย 2 อะตอม พบว่า สามารถนำไปอธิบายกฎของเกย์ลูสแซกได้อย่างดี สมมุติฐานของอาโวกาโดรจึงเปลี่ยนเป็น ก๊าซที่มีปริมาตรเท่ากันวัดที่อุณหภูมิและความดันเดียวกัน มีจำนวนโมเลกุลเท่ากัน

<u>สื่อการเรียน</u>

แผนภาพแสดงอัตราส่วนจำนวนโมเลกุลของก๊าซในปฏิกิริยาต่าง ๆ

<u>วิธีสอนและกิจกรรม</u>

<u>แบบที่ 1</u>

1. ครูกำหนดจุดประสงค์ของบทเรียน
2. ครูให้ความรู้เกี่ยวกับสมมุติฐานของอาโวกาโดร
3. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับการนำเอาสมมุติฐานของอาโว-กาโดร ไปอธิบายกฎของเกย์ลูสแซก
4. ให้นักเรียนพิจารณาปริมาตรของก๊าซในปฏิกิริยาต่าง ๆ นำไปสัมพันธ์กับจำนวนอนุภาค และร่วมกันอภิปรายจนได้ข้อสรุปว่า อนุภาคในที่นี้หมายถึงโมเลกุล ซึ่ง 1 โมเลกุลของธาตุที่เป็นก๊าซประกอบไปด้วย 2 อะตอม
5. ให้นักเรียนพิจารณาอัตราส่วนโดยปริมาตรและอัตราส่วนโดยจำนวนโมเลกุลของก๊าซในปฏิกิริยาต่าง ๆ
6. ให้นักเรียนทำแบบฝึกหัด

แบบที่ 2

1. ครูกำหนดวัตถุประสงค์ของบทเรียน
2. ครูให้ความรู้เกี่ยวกับสมมุติฐานของอาโวกาโดร
3. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มอภิปรายกันเองเกี่ยวกับการนำเอาสมมุติฐานของอาโวกาโดรไปอธิบายกฎของเกย์ลูสแซค
4. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มพิจารณาปริมาตรของก๊าซในปฏิกิริยาต่าง ๆ นำไปสัมพันธ์กับจำนวนอนุภาค และอภิปรายกันเองจนได้ข้อสรุปว่าอนุภาคนั้นหมายถึงโมเลกุล ซึ่ง 1 โมเลกุลของธาตุที่เป็นก๊าซประกอบไปด้วย 2 อะตอม
5. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มแสดงอัตราส่วนโดยปริมาตรของก๊าซ และอัตราส่วนโดยจำนวนโมเลกุลของก๊าซในปฏิกิริยาต่าง ๆ
6. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มทำแบบฝึกหัดร่วมกัน

ประเมินผล

1. สังเกตการอภิปรายร่วมกันและการทำแบบฝึกหัดร่วมกันในกลุ่ม (สำหรับการสอนแบบที่ 2)
2. ให้นักเรียนทำข้อสอบย่อยใช้เวลา 20 นาที

เรื่อง ขนาดของโมเลกุล

เวลาที่ใช้สอน 2 คาบ

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

เมื่อเรียนเรื่องนี้จบแล้ว นักเรียนควรจะสามารถ

1. บอกความหมายของโมเลกุลได้
2. บอกวิธีหาขนาดของโมเลกุลได้

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3. คำนวณหาขนาดของโมเลกุลได้ เมื่อสมมุติรูปทรงของโมเลกุลให้และทราบความยาวของด้านหนึ่ง

<u>เนื้อเรื่อง</u>

โมเลกุลของสารใด ๆ คือ อนุภาคที่เล็กที่สุดของสาร ซึ่งสามารถอยู่เป็นอิสระและแสดงสมบัติเฉพาะตัวของสารนั้น ๆ ได้

นักวิทยาศาสตร์ได้พยายามคิดวิธีหาขนาดของโมเลกุลทั้งทางตรงและทางอ้อม วิธีหนึ่งที่ใช้หา คือ นำสารที่จะหาขนาดของโมเลกุลมาแผ่ออกเป็นชั้นบาง ๆ แล้วคำนวณความหนาของชั้น สมมุติรูปทรงของโมเลกุลเช่น รูปทรงกลม นำความหนาที่ได้ไปแทนค่าจะได้ขนาดของโมเลกุล

<u>การทดลอง</u> การประมาณขนาดของโมเลกุลของกรดโอลีอิก

1. ใส่น้ำลงในถาดซึ่งมีเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 25 ซม. ให้สูงประมาณ 1 ซม. ตั้งทิ้งไว้จนน้ำนิ่ง โรยผงชอล์กบาง ๆ บนผิวน้ำให้ทั่วภาชนะ แล้วหยดสารละลายกรดโอลีอิกในเอซานอลลงไป 1 หยด วัดเส้นผ่าศูนย์กลางของหยดสารละลายที่แผ่ออกไป
2. หยดเอซานอล 1 หยดลงบนผิวน้ำในถาดเดิมตรงส่วนที่มีผงชอล์กติดกันเป็นแผ่ สังเกตการเปลี่ยนแปลง
3. หาปริมาตรของสารละลายกรดโอลีอิก 1 หยด โดยใช้หลอดหยดอันเดิมหยดสารละลายลงในกระบอกตวง พร้อมทั้งนับจำนวนหยดจนได้ปริมาตร 1 ซม.^{3}

<u>อุปกรณ์</u>

1. ถาดพลาสติกขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 25 ซม. สูงประมาณ 2 ซม.

2. ไม้บรรทัดขนาดยาว 30 ซม.
3. ชอล์ก
4. แปรงลบกระดาน

สารเคมี

1. สารละลายกรดโอลีอิกในเอธานอล 1% โดยปริมาตร
2. เอธานอล

วิธีสอนและกิจกรรม

แบบที่ 1

1. ครูกำหนดจุดประสงค์ของบทเรียน
2. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับความหมายของโมเลกุล
3. ให้นักเรียนทำการทดลอง เรื่องการประมาณขนาดของโมเลกุลของกรดโอลีอิก
4. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายผลการทดลองจนได้ข้อสรุป

แบบที่ 2

1. ครูกำหนดจุดประสงค์ของบทเรียน
2. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มอภิปรายกันเองเกี่ยวกับความหมายของโมเลกุล
3. ให้นักเรียนทำการทดลอง เรื่อง การประมาณขนาดของโมเลกุลของกรดโอลีอิก
4. ให้นักเรียนอภิปรายกันเองภายในกลุ่ม จนได้ข้อสรุปของผลการทดลอง
5. ให้นักเรียนกลุ่มหนึ่งออกมารายงานข้อสรุปที่ได้หน้าชั้น

ประเมินผล

1. สังเกตจากการอภิปรายร่วมกัน
2. สังเกตจากการรายงานข้อสรุปที่ได้หน้าชั้น (สำหรับการสอนแบบที่ 2)

เรื่อง มวลโมเลกุล

เวลาที่ใช้สอน 1 คาบ

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

เมื่อเรียนเรื่องนี้จบแล้ว นักเรียนควรจะสามารถ

1. บอกความแตกต่างระหว่างมวลโมเลกุลของสารและมวลของสาร 1 โมเลกุลได้
2. คำนวณมวลโมเลกุลได้
3. คำนวณมวลของสาร 1 โมเลกุลได้
4. คำนวณจำนวนโมเลกุลได้

เนื้อเรื่อง

มวลโมเลกุลของสาร เป็นค่าเปรียบเทียบระหว่างมวล 1 โมเลกุลของสารนั้นกับ $\frac{1}{12}$ ของมวลของคาร์บอน -12, 1 อะตอม เขียนเป็นความสัมพันธ์ได้ดังนี้

$$\text{มวลโมเลกุลของสาร} = \frac{\text{มวลของสาร 1 โมเลกุล}}{\frac{1}{12} \text{ ของมวลของคาร์บอน -12, 1 อะตอม}}$$

การหามวลโมเลกุลของสาร อาจใช้การเปรียบเทียบกับค่ามวลของธาตุที่ใช้เป็นมาตรฐาน แต่ถ้าเราทราบองค์ประกอบของโมเลกุล ก็คำนวณหามวลโมเลกุลโดยคิดจากผลบวกของมวลอะตอมของธาตุต่าง ๆ ที่เป็นองค์ประกอบใน 1 โมเลกุล

วิธีสอนและกิจกรรม

แบบที่ 1

1. ครูกำหนดจุดประสงค์ของบทเรียน
2. ให้นักเรียนทบทวนเกี่ยวกับวิธีหามวลอะตอม แล้วนำเข้าสู่การหามวลโมเลกุล
3. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายจนสามารถบอกความแตกต่างระหว่างมวลโมเลกุลของสารและมวล 1 โมเลกุลของสาร
4. ครูให้ตัวอย่างโจทย์คำนวณเกี่ยวกับโมเลกุล
5. ให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดเกี่ยวกับโมเลกุล
6. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายวิธีหามวลโมเลกุลวิธีอื่น ๆ

แบบที่ 2

1. ครูกำหนดจุดประสงค์ของบทเรียน
2. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มทบทวนการหามวลอะตอม และร่วมกันอภิปรายถึงการหามวลโมเลกุล จนสรุปเป็นความสัมพันธ์ได้ ดังนี้

$$\text{มวลโมเลกุลของสาร} = \frac{\text{มวลของสาร 1 โมเลกุล}}{\frac{1}{12} \text{ ของมวลคาร์บอน -12, 1 อะตอม}}$$

3. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มอภิปรายถึงความแตกต่างระหว่างมวลโมเลกุล และมวล 1 โมเลกุลของสาร
4. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มอภิปรายร่วมกันถึงวิธีหามวลโมเลกุลวิธีอื่น ๆ
5. ครูให้ตัวอย่างโจทย์คำนวณเกี่ยวกับโมเลกุล
6. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันทำแบบฝึกหัดเกี่ยวกับโมเลกุล

ประเมินผล

1. สังเกตจากการอภิปรายและการทำแบบฝึกหัดร่วมกัน
2. ให้นักเรียนทำข้อสอบย่อยใช้เวลา 20 นาที

เรื่อง โมลและเลขอาโวกาโดร

เวลาที่ใช้สอน 1 คาบ

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

เมื่อเรียนเรื่องนี้จบแล้ว นักเรียนควรจะสามารถ

1. บอกความหมายของโมลได้
2. บอกจำนวนอนุภาคของสารที่มีปริมาณ 1 โมลได้
3. บอกชนิดของอนุภาคที่พบในวิชาเคมีได้
4. บอกปริมาณเป็นโมลได้เมื่อทราบจำนวนโมเลกุลหรือจำนวนอะตอม
5. คำนวณโจทย์เกี่ยวกับโมลได้
6. บอกประโยชน์ของโมลได้

เนื้อเรื่อง

การที่อนุภาคของสารมีขนาดเล็กมาก การกำหนดหน่วยเพื่อแสดงจำนวนอนุภาคของสารจึงต้องเป็นหน่วยใหญ่ที่ใช้แทนอนุภาคจำนวนมาก นักเคมีได้กำหนดหน่วยที่ใช้บอกจำนวนอนุภาคของสารเรียกว่า โมล ซึ่งเป็นหน่วยที่ใช้แทนอนุภาคจำนวน 6.02×10^{23} อนุภาค และเรียกเลขจำนวนนี้ว่า เลขอาโวกาโดร

ดังนั้นสารใด ๆ 1 โมล คือ ปริมาณสารที่มีจำนวนอนุภาคเท่ากับเลขอาโวกาโดร คือ 6.02×10^{23} อนุภาค

อนุภาคที่พบบ่อย ๆ คือ โมเลกุล อะตอม ไอออน และ อิเลคตรอน

กรณีที่เป็นธาตุ ชนิดของอนุภาคหมายถึง อะตอม ถ้าไม่ระบุชนิดของอนุภาค หมายถึง โมเลกุล

การบอกปริมาณสารเป็นโมล ทำให้ทราบจำนวนอนุภาค และสามารถนำไปสัมพันธ์กับมวลและปริมาตรของสารได้

วิธีสอนและกิจกรรม

แบบที่ 1

1. ครูกำหนดจุดประสงค์ของบทเรียน
2. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงหน่วยที่ใช้บอกปริมาณของสิ่งของในชีวิตประจำวัน
3. ครูนำเข้าสู่หน่วยที่ใช้บอกจำนวนอนุภาคมาก ๆ ในวิชาเคมีเรียกว่า โมล
4. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงความหมายของสาร 1 โมล พร้อมทั้งบอกจำนวนอนุภาคใน 1 โมลของสารต่าง ๆ
5. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงชนิดของอนุภาคที่พบในวิชาเคมี ซึ่งต้องระบุให้ชัดเจนในการบอกปริมาณสารเป็นโมล
6. ครูให้ตัวอย่างโจทย์คำนวณเกี่ยวกับโมล
7. ให้นักเรียนทำแบบฝึกหัด

แบบที่ 2

1. ครูกำหนดจุดประสงค์ของบทเรียน
2. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มอภิปรายกันเอง ถึงหน่วยที่ใช้บอกปริมาณสิ่งของในชีวิตประจำวัน และศึกษาจากแบบเรียนเพิ่มเติม เพื่อจะบอกถึงหน่วยที่ใช้บอกจำนวนอนุภาคมาก ๆ ในวิชาเคมี เรียกว่า โมล

3. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มอภิปรายกันเองถึงความหมายของสาร 1 โมล พร้อมทั้งบอกจำนวนอนุภาคของสารใน 1 โมล
4. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มอภิปรายกันเองถึงชนิดของอนุภาคที่เคยพบในวิชาเคมี แล้วนำไประบุให้ชัดเจนในการบอกปริมาณสารเป็นโมล
5. ให้นักเรียนกลุ่มหนึ่งออกมารายงานข้อสรุปที่ได้ตามจุดประสงค์ของบทเรียนหน้าชั้น
6. ครูให้ตัวอย่างโจทย์คำนวณเกี่ยวกับโมล
7. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มทำแบบฝึกหัดร่วมกัน

ประเมินผล

1. สังเกตจากการตอบคำถาม การถามคำถาม และการร่วมอภิปรายของนักเรียน
2. สังเกตจากการรายงานข้อสรุปของบทเรียนหน้าชั้น (สำหรับการสอนแบบที่ 2)

เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนโมลกับมวล

เวลาที่ใช้สอน 1 คาบ

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

เมื่อเรียนเรื่องนี้จบแล้ว นักเรียนควรจะสามารถ

1. บอกมวลของสารที่มีจำนวนอนุภาค 6.02×10^{23} อนุภาคได้
2. บอกมวลของสารที่มีปริมาณ 1 โมลได้
3. คำนวณมวลของสารเมื่อทราบปริมาณสารเป็นโมลได้

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

เนื้อเรื่อง

นักวิทยาศาสตร์พบว่า สารใด ๆ ที่มีจำนวน 6.02×10^{23} โมเลกุล มีมวลเป็นกรัมเท่ากับค่าของมวลโมเลกุลของสารนั้น

นั่นคือ ปริมาณของสาร 1 โมล มีมวลเป็นกรัมเท่ากับค่ามวลโมเลกุลของสารนั้น

กรณีที่เป็นธาตุ ธาตุใด ๆ 6.02×10^{23} อะตอม จะมีมวลเป็นกรัมเท่ากับค่าของมวลอะตอมของธาตุนั้น

นั่นคือ อะตอมของธาตุใด ๆ ปริมาณ 1 โมล มีมวลเป็นกรัมเท่ากับค่ามวลอะตอมของธาตุนั้น

สารบางชนิดไม่อยู่ในลักษณะที่เป็นโมเลกุล แต่เป็นอิออนเกาะกันเป็นโครงผลึก เช่น NaCl ถือว่ามวลของอิออนของธาตุใด ๆ เท่ากับมวลอะตอมของธาตุนั้น

นั่นคือ ผลึกของสารใด ๆ ปริมาณ 1 โมล มีมวลเป็นกรัมเท่ากับผลรวมของมวลของอิออนต่าง ๆ ที่เป็นองค์ประกอบ

วิธีสอนและกิจกรรม

แบบที่ 1

1. ครูกำหนดจุดประสงค์ของบทเรียน
2. ครูให้ข้อมูลเกี่ยวกับมวลของสารชนิดต่าง ๆ ที่มีจำนวนอนุภาค 6.02×10^{23} อนุภาค
3. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับค่าของมวลเป็นกรัมของสารที่มีจำนวนอนุภาค 6.02×10^{23} อนุภาค และมีปริมาณ 1 โมล
4. ครูให้ตัวอย่างโจทย์คำนวณเรื่องโมลที่สัมพันธ์กับมวล
5. ให้นักเรียนทำแบบฝึกหัด

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แบบที่ 2

1. ครูกำหนดจุดประสงค์ของบทเรียน
2. ครูให้ข้อมูลเกี่ยวกับมวลของสารชนิดต่าง ๆ ที่มีจำนวนอนุภาค 6.02×10^{23} อนุภาค
3. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มศึกษาจากแบบเรียนเพิ่มเติมแล้วอภิปรายกันเองเกี่ยวกับค่าของมวลเป็นกรัมของสารที่มีจำนวนอนุภาค 6.02×10^{23} อนุภาค และมีปริมาณ 1 โมล
4. ให้นักเรียนกลุ่มหนึ่งออกมารายงานข้อสรุปที่ได้หน้าชั้น
5. ครูให้ตัวอย่างโจทย์คำนวณเรื่องโมลที่สัมพันธ์กับมวล
6. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มทำแบบฝึกหัดร่วมกัน

ประเมินผล

1. สังเกตจากการตอบคำถาม การถามคำถามและการร่วมอภิปรายของนักเรียน
2. สังเกตจากการรายงานข้อสรุปของบทเรียนหน้าชั้น (สำหรับการสอนแบบที่ 2)

เรื่อง ปริมาตรต่อโมลของก๊าซ

เวลาที่ใช้สอน 1 คาบ

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

เมื่อเรียนเรื่องนี้จบแล้ว นักเรียนควรจะสามารถ

1. บอกภาวะมาตรฐานอุณหภูมิและความดันได้
2. บอกปริมาตรของสารที่มีปริมาณ 1 โมลได้

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3. คำนวณปริมาตรของสารได้ เมื่อทราบปริมาณสารเป็นโมล

<u>เนื้อเรื่อง</u>

ปริมาตรของก๊าซเปลี่ยนแปลงตามอุณหภูมิและความดัน นักวิทยาศาสตร์กำหนดอุณหภูมิ 0°C และความดัน 1 บรรยากาศ เป็นภาวะมาตรฐานเรียกว่า อุณหภูมิและความดันมาตรฐาน (S.T.P.)

ที่ภาวะมาตรฐาน นักวิทยาศาสตร์ได้ทดลองหาปริมาตรต่อโมลของก๊าซต่าง ๆ พบว่า ก๊าซแต่ละชนิด 1 โมลมีปริมาตรประมาณ 22.4 dm^3

<u>สื่อการเรียน</u> แบบจำลองแสดงปริมาตรต่อโมลของก๊าซที่ S.T.P.

<u>วิธีสอนและกิจกรรม</u>

<u>แบบที่ 1</u>

1. ครูกำหนดจุดประสงค์ของบทเรียน
2. ครูให้ข้อมูลเกี่ยวกับอุณหภูมิ และความดันมาตรฐาน
3. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับปริมาตรต่อโมลที่อุณหภูมิและความดันมาตรฐาน
4. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงความสัมพันธ์ระหว่างโมลกับจำนวนอนุภาค มวล และปริมาตรของก๊าซ จนได้ข้อสรุป
5. ครูให้ตัวอย่างโจทย์คำนวณเรื่องโมลกับจำนวนอนุภาค มวลและปริมาตรของก๊าซ
6. ให้นักเรียนทำแบบฝึกหัด

แบบที่ 2

1. ครูกำหนดจุดประสงค์ของบทเรียน
2. ครูให้ข้อมูลเกี่ยวกับอุณหภูมิและความดันมาตรฐาน
3. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มศึกษาจากแบบเรียน และอภิปรายกันเองเกี่ยวกับปริมาตรต่อโมลที่อุณหภูมิและความกันมาตรฐาน
4. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มอภิปรายกันเอง ถึงความสัมพันธ์ระหว่างโมลกับจำนวนอนุภาคมวล และปริมาตรของก๊าซ จนได้ข้อสรุป
5. ให้นักเรียนกลุ่มหนึ่งออกมารายงานข้อสรุปที่ได้หน้าชั้น
6. ครูให้ตัวอย่างโจทย์คำนวณเรื่องโมลกับจำนวนอนุภาค มวลและปริมาตรของก๊าซ
7. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มทำแบบฝึกหัดร่วมกัน

ประเมินผล

1. สังเกตจากการตอบคำถาม การตั้งคำถาม และการร่วมอภิปรายของนักเรียน
2. ให้นักเรียนทำข้อสอบย่อยใช้เวลา 20 นาที

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 3

เรื่อง สูตรเคมี

เวลาที่ใช้สอน 1 คาบ

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

เมื่อเรียนเรื่องนี้จบแล้ว นักเรียนควรจะสามารถ

1. อธิบายความหมายของสูตรต่าง ๆ ได้
2. บอกความแตกต่างระหว่างสูตรโมเลกุล สูตรอย่างง่าย และสูตรโครงสร้างได้
3. เขียนสูตรเคมีของสารประกอบได้

เนื้อเรื่อง

ธาตุมีสัญญลักษณ์เป็นเครื่องหมายที่ใช้สื่อความหมาย

สารประกอบ เกิดจากการรวมตัวของธาตุ สารประกอบจึงมีสัญญลักษณ์ด้วยแต่เรียกว่า สูตร

สูตรเคมีของสารประกอบ เพื่อแสดงองค์ประกอบของสารเหล่านั้นแบ่งเป็น 3 ประเภท คือ

สูตรโมเลกุล คือ สูตรที่แสดงจำนวนอะตอมของธาตุที่มีอยู่ใน 1 โมเลกุลของสารประกอบ

สูตรอย่างง่าย คือ สูตรที่แสดงอัตราส่วนอย่างต่ำของจำนวนอะตอมของธาตุองค์ประกอบในสารประกอบ

สูตรโครงสร้าง คือ สูตรที่แสดงว่า 1 โมเลกุลของสารนั้นประกอบด้วยธาตุใดบ้างอย่างละกี่อะตอม และแต่ละอะตอมจัดเรียงกันอย่างไร

วิธีสอนและกิจกรรม

แบบที่ 1

1. ครูกำหนดจุดประสงค์ของบทเรียน
2. ให้นักเรียนทบทวนสัญลักษณ์ของธาตุต่าง ๆ
3. ให้นักเรียนทบทวนความหมายของอะตอม โมเลกุล และการดำรงสถานะเป็นของแข็ง ของเหลวและก๊าซของสารต่าง ๆ
4. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายความหมายของสูตรและชนิดของสูตรเคมี
5. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายความแตกต่างระหว่างสูตรโมเลกุล สูตรอย่างง่าย และสูตรโครงสร้าง
6. ให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดเขียนสูตรของสารประกอบต่าง ๆ

แบบที่ 2

1. ครูกำหนดจุดประสงค์ของบทเรียน
2. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มทบทวนสัญลักษณ์ของธาตุต่าง ๆ ความหมายอะตอม โมเลกุลและการดำรงสถานะเป็นของแข็ง ของเหลวและก๊าซของสารต่าง ๆ
3. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มศึกษาจากแบบเรียน และอภิปรายกันเองเกี่ยวกับความหมายของสูตรเคมี ชนิดของสูตรเคมี และข้อแตกต่างระหว่างสูตรเคมีชนิดต่าง ๆ
4. ให้นักเรียนกลุ่มหนึ่งออกมารายงานข้อสรุปที่ได้หน้าชั้น
5. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มทำแบบฝึกหัดการเขียนสูตรของสารประกอบต่าง ๆ ร่วมกัน

ประเมินผล

1. สังเกตจากการตอบคำถาม การถามคำถาม และการอภิปรายร่วมกัน
2. สังเกตจากการรายงานข้อสรุปที่ได้หน้าชั้น (สำหรับการสอนแบบที่ 2)

เรื่อง การหาสูตรอย่างง่ายและสูตรโมเลกุล และการคำนวณมวลเป็นร้อยละจากสูตร

เวลาที่ใช้สอน 1 คาบ

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

เมื่อเรียนเรื่องนี้จบแล้ว นักเรียนควรจะสามารถ

1. คำนวณอัตราส่วนของจำนวนโมลอะตอมของธาตุที่เป็นองค์ประกอบในสารประกอบได้
2. เขียนสูตรอย่างง่ายของสารประกอบได้
3. คำนวณหาสูตรโมเลกุลได้ เมื่อทราบสูตรอย่างง่ายและมวลโมเลกุล
4. คำนวณสูตรโมเลกุลของก๊าซได้ เมื่อทราบปริมาตรของก๊าซที่ทำปฏิกิริยาพอดี และที่ได้จากปฏิกิริยา
5. คำนวณมวลเป็นร้อยละของธาตุต่าง ๆ ในสารประกอบจากสูตรได้

เนื้อเรื่อง

การหาสูตรโมเลกุลของสารแต่ละชนิด ต้องนำสารมาวิเคราะห์ดูเกี่ยวกับธาตุที่เป็นองค์ประกอบ อัตราส่วนโดยมวลของแต่ละธาตุ และมวลโมเลกุลของสารนั้น แล้วนำค่าที่ได้ไปหาสูตรโมเลกุลของสาร

กรณีที่ธาตุเป็นก๊าซเข้าทำปฏิกิริยากัน และได้ก๊าซเกิดขึ้นอาจใช้กฎของอาโวกาโดรและปริมาตรต่อโมลของก๊าซ มาช่วยในการคำนวณหาสูตรโมเลกุลของก๊าซได้

วิธีสอนและกิจกรรม

แบบที่ 1

1. ครูกำหนดจุดประสงค์ของบทเรียน
2. ให้นักเรียนทบทวนการหาจำนวนโมลอะตอมของธาตุต่าง ๆ

3. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับการหาจำนวนโมลอะตอมของธาตุองค์ประกอบในสาร แล้วนำไปเขียนสูตรอย่างง่ายของสารนั้น ๆ
4. ให้นักเรียนทบทวนการหามวลโมเลกุลของสาร แล้วนำเข้าสู่การหาสูตรโมเลกุลของสาร
5. ครูให้ตัวอย่างโจทย์การหาสูตรอย่างง่าย และสูตรโมเลกุลของสาร
6. ครูและนักเรียนอภิปรายการหามวลเป็นร้อยละของธาตุองค์ประกอบในสาร
7. ครูให้ตัวอย่างโจทย์การหามวลเป็นร้อยละของธาตุองค์ประกอบในสาร

<u>แบบที่ 2</u>

1. ครูกำหนดจุดประสงค์ของบทเรียน
2. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มทบทวนการหาจำนวนโมลอะตอมของธาตุต่าง ๆ
3. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มอภิปรายกันเองเกี่ยวกับการหาสูตรอย่างง่าย
4. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มทบทวนการหามวลโมเลกุลของสาร และนำไปสู่วิธีการหาสูตรโมเลกุลของสาร
5. ครูให้โจทย์การหาสูตรอย่างง่ายและสูตรโมเลกุลของสาร
6. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มศึกษาจากแบบเรียนเกี่ยวกับการหามวลเป็นร้อยละของธาตุองค์ประกอบในสาร
7. ครูให้ตัวอย่างโจทย์การหามวลเป็นร้อยละของธาตุองค์ประกอบในสาร

<u>ประเมินผล</u>

1. สังเกตจากการตอบคำถาม การตั้งคำถาม และการอภิปรายร่วมกัน
2. ให้นักเรียนทำข้อสอบย่อยใช้เวลา 20 นาที

เรื่อง ความเข้มข้นของสารละลาย

เวลาที่ใช้สอน 1 คาบ

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

เมื่อเรียนเรื่องนี้จบแล้ว นักเรียนควรจะสามารถ

1. บอกปัจจัยที่มีผลต่อความเข้มข้นของสารละลายได้
2. บอกชนิดของหน่วยต่าง ๆ ที่ใช้ระบุความเข้มข้นของสารละลาย
3. บอกความเข้มข้นเป็นโมแลลได้
4. บอกความเข้มข้นเป็นร้อยละโดยมวลต่อมวลได้
5. บอกความเข้มข้นเป็นร้อยละโดยมวลต่อปริมาตรได้
6. บอกความเข้มข้นเป็นร้อยละโดยปริมาตรต่อปริมาตรได้

เนื้อเรื่อง

สารเคมีที่ใช้อยู่ในห้องปฏิบัติการมักอยู่ในรูปของสารละลายที่มีน้ำเป็นตัวทำละลาย ส่วนตัวถูกละลายมักอยู่ในสถานะของแข็งหรือของเหลว ความเข้มข้นของสารละลายจึงขึ้นอยู่กับปริมาณตัวถูกละลาย และปริมาณตัวทำละลาย

หน่วยที่ใช้ระบุความเข้มข้นของสารละลายมี ดังนี้

โมแลล เป็นหน่วยความเข้มข้นที่แสดงจำนวนโมลของตัวถูกละลายที่มีอยู่ในตัวทำละลาย 1000 กรัม

ร้อยละโดยมวลต่อมวล เป็นหน่วยบอกมวลของตัวถูกละลายในสารละลาย 100 หน่วย มวลเดียวกัน

ร้อยละโดยปริมาตรต่อปริมาตร เป็นหน่วยบอกมวลของตัวถูกละลายในสารละลาย 100 หน่วยปริมาตร

ร้อยละโดยปริมาตรต่อปริมาตร เป็นหน่วยบอกปริมาตรของตัวถูกละลายในสารละลาย 100 หน่วยปริมาตรเดียวกัน

โมลต่อลูกบาศก์เดซิเมตร หรือโมลต่อลิตร เป็นหน่วยความเข้มข้นที่แสดงจำนวนโมลของตัวถูกละลายในสารละลาย 1 ลูกบาศก์เดซิเมตรหรือ 1 ลิตร

วิธีสอนและกิจกรรม

แบบที่ 1

1. ครูกำหนดจุดประสงค์ของบทเรียน
2. ครูให้ความรู้เกี่ยวกับหน่วยของสารละลาย
3. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายความหมายของหน่วยต่าง ๆ ที่ใช้ระบุความเข้มข้นของสารละลาย
4. ให้นักเรียนทำแบบฝึกหัด

แบบที่ 2

1. ครูกำหนดจุดประสงค์ของบทเรียน
2. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มศึกษาจากแบบเรียนและอภิปรายกันเองเกี่ยวกับความหมายของหน่วยต่าง ๆ ที่ใช้ระบุความเข้มข้นของสารละลาย
3. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มทำแบบฝึกหัดร่วมกัน

ประเมินผล

1. สังเกตจากการอภิปรายร่วมกัน
2. สังเกตจากการรายงานผลสรุปหน้าชั้น (สำหรับการสอนแบบที่ 2)

เรื่อง การเตรียมสารละลาย

เวลาที่ใช้สอน 2 คาบ

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

เมื่อเรียนเรื่องนี้จบแล้ว นักเรียนควรจะสามารถบอกวิธีเตรียมสารละลายเป็นขั้น ๆ ได้

เนื้อเรื่อง

สารละลายจัดเป็นสารเนื้อเดียวมีส่วนประกอบ 2 ส่วน คือ ตัวทำละลายและตัวถูกละลาย การเตรียมสารละลายให้มีความเข้มข้นต่าง ๆ ทำได้หลายวิธี ดังนี้

วิธีที่ 1

1. คำนวณว่าต้องใช้สารปริมาณเท่าใด
2. ชั่งมวลของสารที่คำนวณได้
3. นำไปละลายน้ำให้ได้ปริมาตรตามที่กำหนด

ความเข้มข้นของสารละลายที่เตรียมได้จะถูกต้องขึ้นกับการชั่งตัวถูกละลายและการวัดปริมาตรของสารละลาย

อุปกรณ์ที่ใช้ชั่งสาร คือ เครื่องชั่งที่ชั่งได้ละเอียดถึงทศนิยม 4 ตำแหน่ง
อุปกรณ์ที่ใช้วัดปริมาตร คือ ขวดวัดปริมาตร

วิธีที่ 2 เตรียมจากสารละลายที่ทราบความเข้มข้นแน่นอนแล้ว

เตรียมโดยนำสารละลายที่ทราบความเข้มข้นแน่นอนมาทำให้เจือจางลง โดยเติมน้ำลงไป ความเข้มข้นของสารละลายที่เตรียมได้จะถูกต้องเพียงใดขึ้นอยู่กับการวัดปริมาตรอุปกรณ์ที่ใช้วัดปริมาตรของสารละลายเดิม คือ ปิเปต ส่วนอุปกรณ์ที่ใช้วัดปริมาตรของสาร

ใหม่นั้น คือ ขวดวัดปริมาตรเช่นเดิม

<u>การทดลอง</u> การเตรียมสารละลาย

<u>ตอนที่ 1</u> เตรียมสารละลายโซเดียมคลอไรด์ 0.4 โมล/ลิตร จำนวน 250 ซม.^{3}

1. คำนวณหามวลของโซเดียมคลอไรด์ที่ต้องใช้ แล้วชั่งอย่างละเอียด
2. นำสารที่ชั่งได้จากข้อ 1 ใส่ในบีกเกอร์ เติมน้ำกลั่นประมาณ 50 ซม.^{3} คนจนสารละลายหมด แล้วเทลงในขวดวัดปริมาตรที่มีความจุ 250 ซม.^{3} โดยใช้กรวย
3. ล้างบีกเกอร์ที่ใช้ละลายสารในข้อ 2 ด้วยน้ำกลั่นเล็กน้อย แล้วเทลงในขวดวัดปริมาตร ทำซ้ำ 2-3 ครั้ง
4. ค่อย ๆ เติมน้ำกลั่นลงไปในขวดวัดปริมาตร เขย่าเบา ๆ แล้วเติมน้ำกลั่นจนสารละลายมีความสูงถึงขีดบอกปริมาตร ปิดจุกแล้วเขย่าให้ผสมเป็นเนื้อเดียวกัน

<u>ตอนที่ 2</u> เตรียมสารละลายโซเดียมคลอไรด์จากสารละลายโซเดียมคลอไรด์ที่เข้มข้นกว่า

1. ใช้ปิเปตขนาด 10 ซม.^{3} ดูดสารละลายโซเดียมคลอไรด์ 0.4 โมล/ลิตร ถ่ายสารละลายลงในขวดวัดปริมาตรที่มีความจุ 100 ซม.^{3}
2. เติมน้ำกลั่นลงในขวดวัดปริมาตร เขย่าเบา ๆ แล้วเติมน้ำต่อไปจนสารละลายสูงเท่ากับขีดบอกปริมาตร ปิดจุกแล้วเขย่าให้ผสมเป็นเนื้อเดียวกัน

<u>อุปกรณ์</u>

1. ขวดปริมาตรที่มีความจุ 100 และ 250 ซม.^{3}
2. ปิเปตขนาด 10 ซม.^{3}
3. บีกเกอร์ขนาด 250 ซม.^{3}

สารเคมี

1. โซเดียมคลอไรด์
2. น้ำกลั่น

วิธีสอนและกิจกรรม

แบบที่ 1

1. ครูกำหนดจุดประสงค์ของบทเรียน
2. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายวิธีการเตรียมสารละลาย
3. ให้นักเรียนทำการทดลอง เรื่อง การเตรียมสารละลาย
4. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายผลการทดลอง จนได้ข้อสรุป
5. ให้นักเรียนทำแบบฝึกหัด

แบบที่ 2

1. ครูกำหนดจุดประสงค์ของบทเรียน
2. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มอภิปรายกันเองเกี่ยวกับวิธีการเตรียมสารละลาย
3. ให้นักเรียนกลุ่มหนึ่งออกมารายงานข้อสรุปที่ได้หน้าชั้น
4. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มทำการทดลอง เรื่อง การเตรียมสารละลาย
5. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มอภิปรายผลการทดลองกันเอง จนได้ข้อสรุป
6. ให้นักเรียนกลุ่มหนึ่งออกมารายงานผลสรุปที่ได้หน้าชั้น
7. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มทำแบบฝึกหัดร่วมกัน

ประเมินผล

1. สังเกตจากการอภิปรายร่วมกัน
2. สังเกตจากการรายงานผลสรุปหน้าชั้น (สำหรับการสอนแบบที่ 2)
3. ให้นักเรียนทำข้อสอบย่อยใช้เวลา 15 นาที

เรื่อง สมการเคมี

เวลาที่ใช้สอน 2 คาบ

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

เมื่อเรียนเรื่องนี้จบแล้ว นักเรียนควรจะสามารถ

1. บอกความหมายของสมการเคมีได้
2. เขียนสมการเคมีจากผลการทดลองได้
3. ทำสมการให้ดุลได้
4. บอกวิธีหาปริมาณของสารที่ทำปฏิกิริยาพอดีกันได้

เนื้อเรื่อง

สมการเคมีเป็นสิ่งที่ใช้แสดงปฏิกิริยาเคมีต่าง ๆ การเขียนสมการเคมีจะเขียนสัญญลักษณ์และสูตรของสารทุกชนิดที่เกี่ยวข้องในปฏิกิริยานั้น ๆ โดยเขียนสารที่เข้าทำปฏิกิริยา ซึ่งเรียกว่าสารตั้งต้นไว้ด้านซ้าย เขียนลูกศรไว้ตรงกลางชี้ไปยังสารที่ได้จากปฏิกิริยา และเขียนผลที่ได้จากปฏิกิริยาซึ่ง เรียกว่า ผลิตภัณฑ์ ไว้ทางด้านขวา เขียนแสดงได้ดังนี้

$$A + B \longrightarrow C + D$$

สารตั้งต้น ผลิตภัณฑ์

ตามกฎทรงมวลจำนวนอะตอมของแต่ละธาตุในผลิตภัณฑ์ และสารตั้งต้นต้องเท่ากัน จึงต้องหาตัวเลขที่เหมาะสมมาเติมหน้าสัญญลักษณ์หรือสูตรของผลิตภัณฑ์และสารตั้งต้น เรียกวิธีการเช่นนี้ว่า การดุลสมการ

นั่นคือ สมการเคมีเขียนได้จากผลการทดลอง และต้องทำให้ดุลก่อน การทำให้ดุลขั้นแรกโดยหาปริมาณสารตั้งต้นที่ทำปฏิกิริยาพอดีกัน ซึ่งมีหลายวิธี วิธีหนึ่ง คือ การวัดปริมาณของผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้น เช่นการวัดปริมาณของตะกอน และอีกวิธีหนึ่ง คือ การวัดพลังงาน

ความร้อนของปฏิกิริยา

<u>การทดลอง</u> พลังงานความร้อนของปฏิกิริยา

1. รินสารละลายกรดซัลฟุริค 1.0 โมล/ลิตร จำนวน 5 ซม.^{3} ลงในคาลอริมิเตอร์วัดอุณหภูมิ แล้วเติมสารละลายโซเดียมไฮดรอก-ไซด์ 1.0 โมล/ลิตร จำนวน 35 ซม.^{3} คนให้ผสมกัน แล้ววัดอุณหภูมิ ณ จุดที่เปลี่ยนแปลงไปมากที่สุด
2. ทำการทดลองซ้ำอีก 5 ครั้ง โดยเปลี่ยนปริมาตรของสารที่ใช้ตามที่ระบุในตารางบันทึกผล
3. เขียนกราฟระหว่างปริมาตรของสารตั้งต้นที่ใช้กับอุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลง

<u>อุปกรณ์</u>

1. คาลอริมิเตอร์
2. เทอร์โมมิเตอร์ 0° – 100°C
3. กระบอกตวง 50 ซม.^{3}

<u>สารเคมี</u>

1. สารละลายกรดซัลฟุริค 1.0 โมล/ลิตร
2. สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 1.0 โมล/ลิตร

<u>วิธีสอนและกิจกรรม</u>

<u>แบบที่ 1</u>

1. ครูกำหนดจุดประสงค์ของบทเรียน
2. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับความหมายของสมการเคมี และวิธีเขียนสมการเคมี จากผลการทดลอง

3. ครูอธิบายวิธีการดุลสมการเคมี
4. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงวิธีหาปริมาณของสารที่ทำปฏิกิริยาพอดีกันในปฏิกิริยาต่าง ๆ
5. ให้นักเรียนทำการทดลอง เรื่อง พลังงานความร้อนของปฏิกิริยา
6. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มบันทึกผลการทดลองบนกระดาน
7. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายผลการทดลองที่ได้ จนได้ข้อสรุป

แบบที่ 2

1. ครูกำหนดจุดประสงค์ของบทเรียน
2. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มอภิปรายกันเองเกี่ยวกับความหมายของสมการเคมีและวิธีเขียนสมการเคมี จากผลการทดลอง
3. ครูอธิบายวิธีการดุลสมการเคมี
4. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มอภิปรายกันเองถึงวิธีการหาปริมาณของสารที่ทำปฏิกิริยาพอดีกัน ในปฏิกิริยาต่าง ๆ
5. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มทำการทดลอง เรื่องพลังงานความร้อนของปฏิกิริยา
6. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มอภิปรายผลการทดลองกันเอง จนได้ข้อสรุป
7. ให้นักเรียนกลุ่มหนึ่งออกมารายงานข้อสรุปที่ได้หน้าชั้น

ประเมินผล

1. สังเกตจากการอภิปรายร่วมกัน
2. สังเกตจากการรายงานข้อสรุปที่ได้ (สำหรับการสอนแบบที่ 2)
3. ให้นักเรียนทำข้อสอบย่อยใช้เวลา 15 นาที

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณของสารในสมการเคมี

เวลาที่ใช้สอน 2 คาบ

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

เมื่อเรียนเรื่องนี้จบแล้ว นักเรียนควรจะสามารถ

1. บอกความหมายของสมการเคมีที่ดุลแล้วได้
2. บอกความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนโมลและมวลของสารในสมการที่ดุลแล้วได้
3. บอกความสัมพันธ์ของสารที่เป็นก๊าซในสมการที่ดุลแล้วได้
4. คำนวณปริมาณของสารต่าง ๆ ได้แก่ จำนวนโมล มวลเป็นกรัม และปริมาตรที่ S.T.P. ของสารที่เป็นก๊าซได้

เนื้อเรื่อง

สมการเคมีที่ดุลแล้วบอกความหมายได้หลายประการ คือ

1. ทำให้ทราบว่ามีสารใดเป็นสารตั้งต้น และมีสารใดเป็นผลิตภัณฑ์
2. ตัวเลขที่อยู่หน้าสูตรหรือสัญญลักษณ์ แสดงความสัมพันธ์ของจำนวนโมลของสารต่าง ๆ ในปฏิกิริยา
3. จากความสัมพันธ์ในข้อ 2 ทำให้ทราบความสัมพันธ์ระหว่างมวลของสาร
4. กรณีที่สารเป็นก๊าซสมการเคมีของปฏิกิริยา ยังบอกให้ทราบถึงความสัมพันธ์ของปริมาตรของก๊าซที่อุณหภูมิและความดันเดียวกัน

วิธีสอนและกิจกรรม

แบบที่ 1

1. ครูกำหนดจุดประสงค์ของบทเรียน
2. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงความหมายของสมการเคมีที่ดุลแล้ว
3. ครูให้ตัวอย่างโจทย์คำนวณเกี่ยวกับ ปริมาณสารต่าง ๆ ได้แก่ จำนวนโมล มวลเป็นกรัม และปริมาตรที่ S.T.P. ของสารที่เป็นก๊าซ จากสมการเคมีที่ดุลแล้ว
4. ให้นักเรียนทำแบบฝึกหัด

แบบที่ 2

1. ครูกำหนดจุดประสงค์ของบทเรียน
2. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มศึกษาจากแบบเรียนและอภิปรายกันเอง ถึงความหมายของสมการเคมีที่ดุลแล้ว
3. ให้นักเรียนกลุ่มหนึ่งออกมารายงานผลสรุปที่ได้หน้าชั้น
4. ครูให้ตัวอย่างโจทย์คำนวณเกี่ยวกับปริมาณสารต่าง ๆ ได้แก่ จำนวนโมล มวลเป็นกรัม และปริมาตรที่ S.T.P. ของสารที่เป็นก๊าซ จากสมการเคมีที่ดุลแล้ว
5. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มทำแบบฝึกหัดร่วมกัน

ประเมินผล

1. สังเกตจากการอภิปรายร่วมกันและการรายงานผลสรุปที่ได้หน้าชั้น (สำหรับการสอนแบบที่ 2)
2. ให้นักเรียนทำข้อสอบย่อยใช้เวลา 20 นาที

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ประวัติผู้เขียน

นางสาว ถนอมจิตต์ เสนมา เกิดวันที่ 24 มิถุนายน พ.ศ. 2499 สำเร็จการศึกษาครุศาสตรบัณฑิต (เกียรตินิยม อันดับ 2) จาก คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปีการศึกษา 2520 เข้าศึกษาต่อในระดับปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาการศึกษาวิทยาศาสตร์ ภาควิชามัธยมศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อ พ.ศ. 2523 ปัจจุบันรับราชการในตำแหน่งอาจารย์ โรงเรียนเตรียมอุดมศึกษา พญาไท

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย