พ.ป.ช.
ค.ด เคมเทียน

วิทยาศาสตร์ กายภาพ อนินทรียเคมี

กรมศิลปากร
๒๒ พ.ค.๔๐

ร.อ.หลวงชลศาสตรเสนีย์ ร.น.

540
ช
546
ช228ว



สารบาญ

บทที่ ๑

เคมีคืออะไร หน้า ๑
สสาร, วัตถุ ” ๒
ธาตุ ” ๓
ตาตรางชื่อธาตุ ” ๕
โลหะและอโลหะ ” ๗
ธาตุ – ธาตุผะสม, สารผะสม, สารประกอบ ” ๘
การเปลี่ยนแปลง การเปลี่ยนแปลงทางฟิสิคส์และเคมี ” ๙
สัญญลักขณ์, ปรมาณู, อณู, น้ำหนักปรมาณูและอณู ” ๑๑
สูตร, สูตรภาพ, เวเลนซ ” ๑๖

บทที่ ๒

เครื่องมือและเครื่องใช้บางอย่างในห้องทดลอง

เครื่องชั่ง – ลักษณะของเครื่องชั่ง, ตุ้มน้ำหนักและวิธีชั่ง หน้า ๒๐
เครื่องตวง, เครื่องใช้ในการกรอง ” ๒๓
ตะเกียง – ตะเกียงแอลกอฮอล์, ตะเกียงบุนเซน ” ๒๕
เครื่องกลั่นน้ำ, ขวดน้ำกลั่น, โถกันความชื้น ” ๒๖

เลขห้อง 214
546
เลขหมู่ 8 2282
เลขทะเบียน

บทที่ ๓

อินดิเก้เตอร์, การเผาไหม้, ออคไซด์

อินดิเกเตอร์ – ลิตมัส, เมธิลออเรนจ์, เฟนอล์ฟธาลิน หน้า ๓๐

การเผาไหม้ – วัตถุทวีน้ำหนัก, การเผาไหม้ต้องอาศัย
อากาศ, การเผาไหม้ดูดออคซิเจน, การ
เผาไหม้ทำให้เกิดเบื้นออคไซด์ ขึ้น หน้า ๓๒

ออคไซด์ – ออคไซด์กรด, ออคไซด์เบส, เปอร์ออค
ไซด์, ซูเปอร์ออคไซด์ ” ๓๕

บทที่ ๔

กรด, เบส, ด่าง, อนุมูล, เกลือ

กรด – ทฤษฎีที่เกิดกรด, การเรียกนามของกรดต่าง ๆ หน้า ๔๑

เบส, ด่าง – ลักษณะของวัตถุที่เป็นเบสและด่าง ” ๔๖

อนุมูล – อนุมูลของเบส, อนุมูลของกรด, การเรียกนาม
ของธาตุ และการเรียกนามของอนุมูล ” ๔๘

เกลือ – เกลือคืออะไร, เกิดขึ้นได้อย่างไร, เกลือกรด์,
เกลือเบส, เกลือปกติ, การเรียกนามของเกลือ
ชะนิดต่าง ๆ หน้า ๕๓

บทที่ ๕

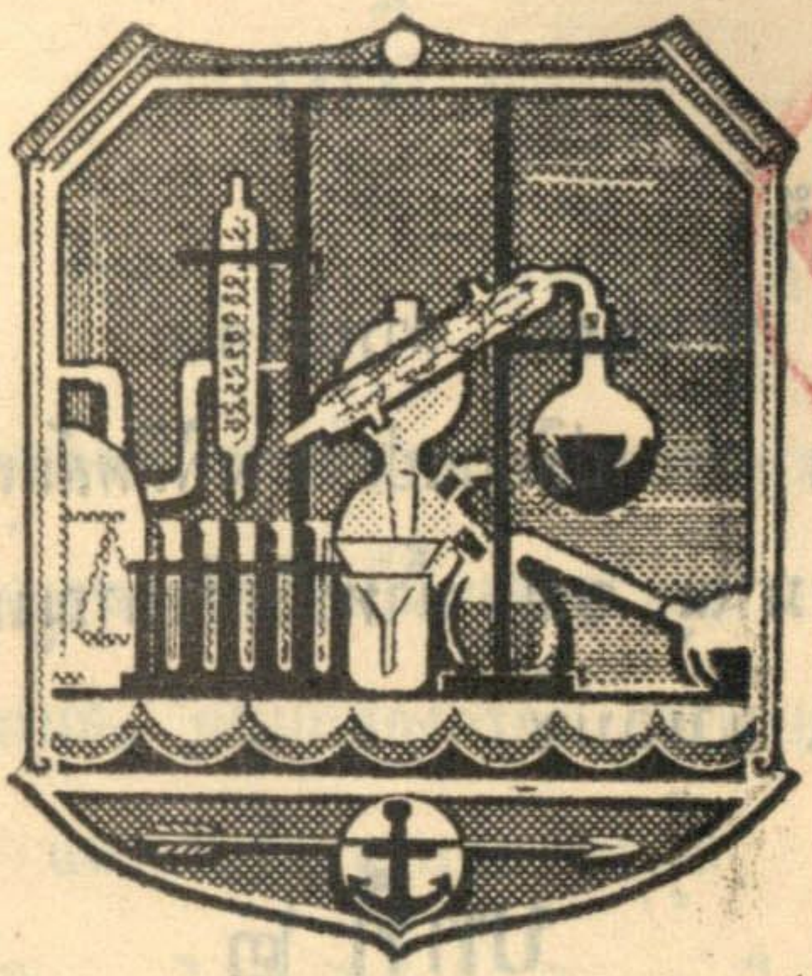
โปรตอน, อิเลคตรอน, การเติมและลดออคซิเจน
การลำดับอำนาจไฟฟ้า

ทฤษฎีอิเลคตรอนของสสาร – ฐานะเรื่องอำนาจไฟฟ้า
ประจำธาตุ, โปรตอน, อิเลคตรอน หน้า ๕๙

วิชาเคมี

ภาคต้น อนินทรียเคมี

เล่ม ๑



กรมศิลปากร
๒๖ พ.ศ. ๘๐

โดย

ร. ต. หลวงชลศาสตรเสนีย์ ร. น.
หอวิทยาศาสตร์ทหารเรือ

(สงวนลิขสิทธิ์)

พิมพ์ที่โรงพิมพ์ ศุภอักษร ถนนรองเมือง
นายเลอยศ จันทรกานตานนท์ ผู้พิมพ์โฆษณา พ.ศ. ๒๕๘๐

การเติมและลดออคซิเจน หน้า ๖๐
ลำดับอำนาจไฟฟ้า " ๖๒

บทที่ ๖

สมการเคมี

การเขียนสมการเคมีคืออะไร, ประเภทของสมการ ชะนิดธรรมดา, ประเภทแทนที่กัน, ประเภทฆ่าฤทธิ์กัน, ประเภทเปลี่ยนปริมาณไฟฟ้า, โลหะละลายในกรดต่าง ๆ – กรดเกลือ, กรดกำมะถัน, กรดดินประสิว, กรดกัดทอง

แก้คำผิด

หน้า ๖ เลขที่ 69 Sulhhur แก้เป็น Sulphur

คำนำ

ข้าพเจ้าเริ่มศึกษาวิชานี้มาตั้งแต่ พ. ศ. ๒๔๖๕ และคงปฏิบัติงานในแผนกนี้ตลอดมาจนบัดนี้ ได้เคยเป็นครูสอนวิชานี้แก่ โรงเรียนนายทหารเรือชั้นต้น, โรงเรียนนายเรือ, โรงเรียนราษฎร์วิทยสภา, โรงเรียนมัธยมอาชีพช่างกลแผนกกลางวัน และ กลางคืน, โรงเรียนบุญมีวิทยา ฯลฯ เป็นเวลานานปี รู้สึกว่าวิชานี้เป็นวิชาที่ทำความเข้าใจให้แก่ผู้ศึกษาได้ยากมาก ผู้ที่รู้ ๆ ปลา ๆ เข้าใจบ้าง ไม่เข้าใจบ้าง ก็จะอึดอัดตลอดเวลา ผลสุดท้ายก็ใช้วิธีท่อง ๆ จำ ๆ อย่างขอไปที

ข้าพเจ้าได้พยายามค้นคว้าหาหลักเกณฑ์ต่าง ๆ ที่ ผู้ศึกษา จะไม่ต้องท่องจำมากนัก ได้เขียนไว้ตามแนวหลักสูตรชั้น ม. ๘ ของกระทรวงธรรมการ พอเหมาะสำหรับนักเรียนมัธยมตอนปลายและสูงกว่านั้นบ้างเล็กน้อย เหมาะสำหรับผู้ที่จะ เข้าสมัครสอบ โรงเรียนนายเรือ, โรงเรียนเทฆนิคนายร้อยทหารบกและจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ข้าพเจ้าได้จัดพิมพ์ขึ้นเป็นตอน ๆ เพื่อให้ผู้ศึกษาเลือกได้ตามชอบใจ ถ้าท่านได้อ่านตำรานี้ด้วยความพินิจพิเคราะห์ท่านจะศึกษาวิชานี้ด้วยตนเองได้

ขออุทิศผลแห่งความสำเร็จของตำรานี้ แด่ Dr. G. Bossoni Ph. D. และ Dr. A. Cmentex Ph. D. อาจารย์ผู้มีพระคุณ และขอขอบคุณผู้ที่มีส่วนช่วยเหลือด้วยทุกท่าน.

ร. อ. หลวงชลศาสตรเสนีย์ ร. น.

หอวิทยาศาสตร์ทหารเรือ พระราชวังเดิม

วิชาเคมี

๔

ตอนที่ ๑

กล่าวด้วยอนินทรีย์เคมีทั่วไป

บทที่ ๑

บทนำ

เคมี

คำว่า "Chemistry" ต้นกำเนิดเดิมน่าจะมาจากภาษาอียิปต์ "Chemi" ซึ่งแปลว่าดำ คำนี้ชาวอียิปต์หมายถึงเนื้อดินสีดำของเขา แต่ความจริงจะมีต้นกำเนิดเดิมมาจากภาษาไหนแน่นั้นยังเป็นข้อโต้เถียงกันอยู่ ด้วยเหตุผลและหลักฐานอันแท้จริงรับรองกันว่า "Chemistry" แปลงมาจากคำว่า "Chemi" จากภาษาอียิปต์ เพราะเหตุที่ชาวอียิปต์ในสมัยโบราณมีความรู้คุ้นเคยกับวิชานี้ยิ่งกว่าชาติอื่น ๆ ส่วนในภาษาไทยเราก็น่าจะถือต้นกำเนิด "Chemi" นี้เหมือนกัน จึงได้ตั้งชื่อวิชานี้ว่า เคมี

วิชานี้เป็นกิ่งหนึ่งของวิทยาศาสตร์ เป็นวิชาที่กล่าวด้วยการแยกธาตุ (Analysis) ผะสมธาตุ (Synthesis) ของวัตถุต่าง ๆ เป็นหลัก

วิชาที่ค้นคว้าหาความจริง และอธิบายถึงการเปลี่ยนแปลงตลอดจนการพิจารณา ลักษณะและสมบัติเรื่องราวของเนื้อธาตุในวัตถุทั้งปวง ว่ามีกฎเกณฑ์อย่างไร วิชาเคมีนี้แบ่งออกเป็น ๒ กิ่ง กิ่งหนึ่งว่าด้วยเรื่องราวของวัตถุต่าง ๆ อันสืบเนื่องมาจากสิ่งที่มีชีวิต เช่น แป้ง, น้ำตาล, น้ำมันสัตว์, ไขสัตว์, เหล้าไวน์ ฯลฯ กิ่งนี้เรียกชื่อว่า "อินทรีย์เคมี" (Organic Chemistry) อีกกิ่งหนึ่งว่าด้วยเรื่องราวของสิ่งซึ่งไม่มีชีวิต มีแร่และธาตุต่าง ๆ เช่น ทองคำ, ทองแดง, สังกะสี, ดีบุก, ออคซิเจน, ไนโตรเจน, ไฮโดรเจน, ฯลฯ กิ่งนี้เรียกชื่อว่า "อนินทรีย์เคมี" (Inorganic Chemistry) การแบ่งออกเป็น ๒ กิ่งเช่นนี้เห็นว่าเป็นการเข้าใจผิด เพราะเหตุว่าสิ่งซึ่งไม่มีชีวิตอาจเกิดขึ้นจากสิ่งที่สืบเนื่องมาจากสิ่งที่มีชีวิตก็ได้ แต่ได้แบ่งและเรียกกันเช่นนี้มานานแล้วจึงมิได้เปลี่ยนแปลงคงใช้กันต่อมา ผู้ศึกษาในวิชานี้ต้องเริ่มศึกษาอนินทรีย์เคมีก่อน

สสาร (Matter)

ที่เรียกว่าสสารนั้นเป็นสิ่งที่เราสามารถ ชั่ง, ตวง, วัด, ได้ หรือสำผัสส์ได้ด้วยอาการทั้งห้าของเรา คือสำผัสส์ได้ด้วยการแตะต้องเห็นด้วยตา, รู้สึกด้วยหู, ด้วยกลิ่น, ด้วยรส, สสารเป็นสิ่งที่มีตัวตน มีน้ำหนัก และต้องมีที่อยู่

วัตถุ (Substance)

คือสสารนั่นเอง แต่อยู่ในลักษณะเป็นก้อน เราเรียกสสารนั้นว่าวัตถุ วัตถุทั้งหลายซึ่งเราเห็นอยู่ทุก ๆ ขณะนี้ ถ้าได้พิจารณาและสังเกตุ

ดูให้ดีแล้ว จะเห็นได้ว่ามีอยู่ ๒ พวก พวกหนึ่งเป็นวัตถุซึ่งประกอบด้วยธาตุชะนิดเดียวไม่มีอะไรเจือปน เช่นทองคำ, ทองแดง, สังกะสี, ฯลฯ อีกพวกหนึ่งเป็นวัตถุซึ่งเกิดขึ้นด้วยธาตุหลายชะนิดเจือปนกัน เช่นเอาทองคำกับทองแดงหลอมให้เข้าเป็นเนื้อเดียวกัน ซึ่งเราเรียกกันว่านาก และถ้าเราเอาทองแดงกับสังกะสีหลอมให้เข้าเป็นเนื้อเดียวกัน เราเรียกว่าทองเหลือง และถ้าเราเอาผงตะไบทองคำกับผงตะไบทองแดงคลุกเคล้าปนกันโดยอย่าหลอมให้เข้าเป็นเนื้อเดียวกัน เราจะเรียกว่านากก็ไม่ได้ หรือผงตะไบทองแดงกับผงตะไบสังกะสีปนกัน เราจะเรียกว่าทองเหลืองก็ไม่ได้เช่นเดียวกัน ดังนี้จึงแบ่งวัตถุต่าง ๆ ออกได้เป็น ๒ พวก พวกซึ่งเป็นวัตถุไม่มีอะไรเจือปนเรียกว่า “ธาตุ” ส่วนพวกซึ่งเป็นวัตถุเจือปนด้วยธาตุหลายอย่างเรียกว่า “ธาตุผะสม”

ธาตุ (Element)

ธาตุเป็นสสารชะนิดหนึ่งซึ่งเกิดขึ้นเองโดยธรรมชาติ จะแยกออกเป็นธาตุหลายอย่างหรือจะทำให้เปลี่ยนแปลงเป็นธาตุอย่างอื่นอีกไม่ได้

ในสมัยโบราณเข้าใจกันว่า ดิน, น้ำ, ลม, ไฟ, ต่างก็เป็นธาตุอย่างหนึ่ง จนเรียกติดปากกันมาจนทุกวันนี้ว่าธาตุทั้ง ๔ แต่ความจริง ดิน, น้ำ, ลม, ไฟ, หาใช่ธาตุไม่ เพราะเวลานี้เราสามารถแยกดิน, หรือน้ำ, หรือลม, หรือไฟ, ออกเป็นธาตุต่าง ๆ ได้อีกหลายชะนิด เช่นให้กระแสไฟฟ้าผ่านในน้ำ กระแสไฟฟ้าจะแยกน้ำออกเป็นธาตุ ๒ ชะนิด คือ ออคซิเจน แล ไฮโดรเจน ลมคืออะไร

ก็คือ ออคซิเจน, ไนโตรเจน, อาร์กอนและไอน้ำ ฯ ซึ่งถูกอำนาจของความร้อนทำให้ไหลไปเทมา ลมก็ไม่ใช่ธาตุอย่างเดียว ดินและไฟก็แยกออกเป็นธาตุต่าง ๆ ได้เช่นเดียวกัน และโดยเหตุที่ว่าธาตุต้องเป็นสสารอย่างเดียวจะแยกออกเป็นธาตหลายชะนิดไม่ได้ ฉะนั้น ดิน, น้ำ, ลม, ไฟ, จะจัดว่าเป็นธาตุตามความเข้าใจดังในสมัยโบราณนั้นไม่ได้

ธาตุต่าง ๆ ที่รู้จักกันแล้วมีอยู่ไม่ค่อยมากนัก ทั้งหมดประมาณ ๘๐ ชะนิดเศษ ดังในบัญชีต่อไปนี้

เลขที่	ชื่อธาตุ	สัญญลักขณ์	น้ำหนักปรมาณู	เวเลนซี	หมายเหตุ
1.	Aluminium	Al	26.97	3	
2.	Antimony (Stibium)	Sb	121.76	3,5	
3.	*Argon*	A	39.91	0	
4.	*Arsenic*	As	74.96	3,5	
5.	Barium	Ba	137.37	2	
6.	Berylium (Glucinum)	Be	9.02	2	
7.	Bismuth	Bi	209.00	3,5	
8.	*Boron*	B	10.82	3	
9.	*Bromine*	Br	79.916	1	
10.	Cadmium	Cd	112.41	2	
11.	Calcium	Ca	41.07	2	
12.	Caesium	Cs	132.81	1	
13.	*Carbon*	C	12.00	2,4	
14.	Cerium	Ce	140.25	3,4	
15.	*Chlorine*	Cl	35.457	1	
16.	Chromium	Cr	52.01	2,3,6	
17.	Cobalt	Co	58.94	2,3	
18.	Columbium (Niobium)	Cb	93.10	3,5	
19.	Copper (Cuprum)	Cu	63.57	1,2	
20.	Dysprosium	Dy	162.52	3	
21.	Europium	Eu	152.00	3	
22.	Erbium	Er	167.70	3	
23.	*Fluorine*	F	19.00	1	
24.	Gadolinium	Gd	157.26	3	
25.	Gallium	Ga	69.72	3	
26.	Germanium	Ge	72.60	4	
27.	Gold (Aurum)	Au	197.20	1,3	
28.	Hafnium	Hf	178.60	4	
29.	*Helium*	He	4.00	0	
30.	Holmium	Ho	163.40	3	
31.	*Hydrogen*	H	1.008	1	
32.	Indium	In	114.80	3	
33.	*Iodine*	I	126.932	1	
34.	Iridium	Ir	193.10	3,4	
35.	Iron (Ferrum)	Fe	55.84	2,3	
36.	*Krypton*	Kr	82.90	0	
37.	Lanthanum	La	138.90	3	
38.	Lead (Plumbum)	Pb	207.20	2,4	
39.	Lithium	Li	6.94	1	
40.	Lutecium	Lu	175.00	3	
41.	Magnesium	Mg	24.32	2	
42.	Manganese	Mn	54.93	2,4,6,7	
43.	Mercury (Hydrargyrum)	Hg	200.61	1,2	
44.	Molyodenum	Mo	96.00	3,4,6	
45.	Neodymium	Nd	144.27	3	
46.	*Neon*	Ne	20.20	0	
47.	Nickel	Ni	58.69	2,3	

เลขที่	ชื่อธาตุ	สัญญลักขณ์	น้ำหนักปรมาณู	เวเลนซี	หมายเหตุ
48.	*Nitrogen*	N	14.008	1,2,3,4,5	
49.	Osmium	Os	190.80	2,3,4,8	
50.	*Oxygen*	O	16.00	2	
51.	Palladium	Pd	106.70	2,4	
52.	*Phosphorus*	P	31.027	3,5	
53.	Platinum	Pt	195.23	2,4	
54.	Potassium (Kalium)	K	39.096	1	
55.	Praseodymium	Pr	140.92	3	
55.	Radium	Ra	225.95	2	
57.	Radon	Rn	222.00		
58.	Rhenium	Re	186.31		
59.	Rhodium	Rh	102.091	3	
60.	Rubidium	Rb	85.44	1	
61.	Ruthenium	Ru	101.70	3,4,6,8	
62.	Samarium	Sm	150.43	3	
63.	Scandium	Sc	45.10	3	
64.	*Selenium*	Se	79.20	2,4,6	
65.	*Silicon*	Si	28.06	4	
66.	Silver (Argentum)	Ag	107.88	1	
67.	Sodium (Natrium)	Na	22.997	1	
68.	Strontium	Sr	87.63	2	
69.	*Sulhhur*	S	32.06	2,4,6	
70.	Tantalum	Ta	181.50	5	
71.	*Tellurium*	Te	127.50	2,4,6	
72.	Terbium	Tb	159.20	3	
73.	Thallium	Tl	204.93	1,3	
74.	Thorium	Th	232.15	4	
75.	Thulium	Tm	196.40	3	
76.	Tin (Stannum)	Sn	118.70	2,4	
77.	Titanium	Ti	48.10	3,4	
78.	Tungsten (Wolframium)	W	184.00	6	
79.	Uranium	U	238.17	4,6	
80.	Vanadium	V	50.96	3,5	
81.	Xenon	Xe	130.20	0	
82.	Ytterbium	Yb	173.60	3	
83.	Yttrium	Y	88.90	3	
84.	Zinc	Zn	65.38	2	
85.	Zirconium	Zr	91.22	4	
86.	Actinium	Ac	226.00		

หมายเหตุ ตัวเอนเป็นเครื่องหมายของธาตุที่เป็นอโลหะ

ตามลักษณะและสมบัติประจำตัว แบ่งธาตุออกได้เป็น ๒ พวก คือ โลหะพวกหนึ่ง อโลหะพวกหนึ่ง การแบ่งธาตุออกเป็น ๒ พวก เช่นนี้ ความจริงเราไม่มีหลักเกณฑ์ที่จะชี้ลักษณะและสมบัติ ให้เป็นการเด็ดขาดแน่นอนลงไปได้ว่า ธาตุไหนเป็นโลหะ ธาตุไหนเป็นอโลหะ เพราะเหตุที่ธาตุอโลหะหลายชะนิดมีลักษณะและสมบัติคล้ายโลหะ ถ้าจะแบ่งลักษณะและสมบัติในทางผะสมธาตุ ว่าทำให้เกิดกรดหรือด่างใกล้จะเป็นการแน่นอนกว่า เว้นแต่ก็มีธาตุบางชะนิดที่เป็นได้ทั้งสองทาง เช่น โครเมียม, สารหนูและวูลแฟรม

โลหะ (Metal)

เป็นธาตุจำพวกที่มีลักษณะเป็นของแข็งในอุณหภูมิธรรมดา (เว้นแต่ปรอทอย่างเดียวเท่านั้นที่เป็นของเหลว) มีน้ำหนักมาก เนื้อเหนียวไม่ร่วน ชักเป็นเส้นลวดหรือตีแผ่ให้เป็นแผ่นได้ รอยตัดใหม่ ๆ เป็นมันและเป็นเงา เป็นตัวนำความร้อนและไฟฟ้าได้ดี เมื่อผะสมกับออคซิเจน เกิดเป็นเบลิคออคไซด์ เช่น เงิน, ทองคำ, ดีบุก, ตะกั่ว, สังกะสี, โซเดียม, โปแตสเซียม ฯ ล ฯ

อโลหะ (Non-metal)

เป็นธาตุจำพวกที่มีลักษณะและสมบัติตรงกันข้ามกับโลหะ มีน้ำหนักเบา เนื้อร่วนไม่เหนียว เป็นตัวนำความร้อนและไฟฟ้าไม่ดี เมื่อผะสมกับออคซิเจนเกิดเป็นเอซิดออคไซด์ เช่น ถ่าน, กำมะถัน, ฟอสฟอรัส, ไฮโดรเจน, ออคซิเจน, ไนโตรเจน, ซิลิกอน ฯ ล ฯ

ธาตุผะสม (Mixture & Compound)

ได้กล่าวมาครั้งก่อนแล้วว่าวัตถุหรือสสารแบ่งออกได้เป็น ๒ พวก พวกหนึ่งได้แก่ธาตุและอีกพวกหนึ่งได้แก่ธาตุผะสม จำพวกธาตุผะสมนี้ก็คือธาตุนั่นเอง แต่ได้เข้าผะสมหรือคลุกเคล้าปนกันตั้งแต่ ๒ ธาตุขึ้นไป หรือจะพูดอีกอย่างหนึ่งว่า เป็นวัตถุอย่างหนึ่งซึ่งแยกออกได้เป็นธาตุต่าง ๆ อย่างน้อยที่สุด ๒ ธาตุ การผะสมหรือแยกเป็นไปด้วยอำนาจของกำลังผะสมธาตุหรือปนกันเฉย ๆ จึงแยกออกได้เป็นสารผะสมและสารประกอบ

สารผะสม

คือธาตุต่าง ๆ อย่างน้อย ๒ ธาตุ หรือวัตถุ ๒ อย่าง คลุกเคล้าปนกันโดยไม่จำกัดส่วน จะใช้อย่างไหนเท่าใดก็ได้ เป็นการปนกันเฉย ๆ มิได้เข้าผะสมธาตุกัน และไม่เกิดเป็นของใหม่อย่างหนึ่งอย่างใดขึ้น เมื่อปนกันแล้วแยกออกจากกันได้ง่ายโดยวิธีธรรมดา การที่วัตถุหรือธาตุทั้งหลายปนกันด้วยลักษณะดังที่กล่าวมานี้ เรียกว่าเป็น “สารผะสม”

เช่นเอาผงตะไบเหล็กกับผงกำมะถันคลุกเคล้าให้เข้ากัน โดยไม่มีส่วนจำกัด จะใช้อย่างไหนเท่าใดก็ได้ เมื่อปนกันดีแล้ว เอาแม่เหล็กมาล่อ จะเห็นว่าแม่เหล็กดูดผงตะไบเหล็กติดขึ้นมาหรือเราแยกผงตะไบเหล็กออกจากผงกำมะถันได้ง่ายโดยใช้วิธีธรรมดา การที่ปนกันเช่นนี้เราเรียกวัตถุนั้นเป็น “สารผะสม”

สารประกอบ

คือธาตุต่าง ๆ ตั้งแต่ ๒ ชะนิดขึ้นไป เข้าผะสมเป็นเนื้อเดียวกันสนิท โดยมีส่วนต่อกันคงที่แน่นอน จะใช้อย่างไหนเท่าใดตามชอบใจไม่ได้ เมื่อผะสมกันแล้วเกิดเป็นวัตถุใหม่อย่างหนึ่งอย่างใดขึ้น จะแยกออกจากกันโดยวิธีธรรมดาไม่ได้ การที่ธาตุเข้าผะสมกันเช่นนี้เรียกวัตถุนั้นว่า "สารประกอบ"

ตัวอย่างเช่น ผงตะไบเหล็กและผงกำมะถันซึ่งปนกันในสารผะสม ถ้าเอาใส่เบ้าแล้วเผาไฟให้ร้อนจัด จนเหล็กและกำมะถันเข้าผะสมเป็นเนื้อเดียวกันสนิท จะเกิดเป็นวัตถุชะนิดใหม่ขึ้น คือเป็นเหล็กซัลไฟด์ เมื่อเอาแม่เหล็กมาล่อ จะเห็นว่าแม่เหล็กไม่ดูด การที่ธาตุตั้งแต่ ๒ ธาตุเข้าผะสมกันด้วยลักษณะเช่นนี้ เรียกวัตถุนั้นว่าเป็น "สารประกอบ"

การเปลี่ยนแปลง

สสารหรือวัตถุทั้งหลายเห็นได้อย่างง่าย ๆ ว่าอำนาจของความร้อนย่อมทำให้สสารนั้น ๆ เปลี่ยนแปลงอยู่เสมอทุกเมื่อทุกขณะ

ความร้อนแล้วยืดตัว, ขยายตัว, พองตัว, และเมื่อถูกความเย็นเข้าก็หดตัว ภาชนะซึ่งทำด้วยโลหะขัดไว้สะอาด ทิ้งไว้สักวันสองวันจะมัวดำหรือเกิดสนิม การไหม้ของเชื้อเพลิงต่าง ๆ การชำรุดทรุดโทรมของสิ่งทั้งหลาย ถ้าใช้ความสังเกตุดูแล้วก็จะพบความจริงว่าล้วนแต่เกิดการเปลี่ยนแปลงขึ้นทั้งนั้น และเมื่อพิจารณาให้ซึ้งลงไปอีกถึงอาการเปลี่ยนแปลงนั้น ๆ เห็นได้ว่าอาการเปลี่ยนแปลงบางอย่าง สสารเปลี่ยนแต่ลักษณะไปชั่วคราวเท่านั้น เช่นการยืดตัวหดตัว แต่สสารนั้นก็คงเป็นสสารนั้นอยู่ตามเดิมนั้นเอง ส่วนการเปลี่ยนแปลงบางอย่างสสารนั้นเปลี่ยนแปลงไปเลยทีเดียว จะกลับมาเป็นของเดิมอีกไม่ได้ เช่นการไหม้ของเชื้อเพลิงและการเกิดสนิมของโลหะ รอยที่เกิดการเปลี่ยนแปลงสึกกร่อนหายไปเลยทีเดียว ดังนั้นจึงแบ่งการเปลี่ยนแปลงของวัตถุได้เป็น ๒ อย่าง คือ

การเปลี่ยนแปลงทางพีสิคส์ (Physical Change)

เป็นการเปลี่ยนแปลงแต่กำลังงานซึ่งมีประจำอยู่ในวัตถุนั้น เป็นการเปลี่ยนสกายสมบัติ เปลี่ยนแต่ลักษณะรูปร่างผิดจากของเดิม มิได้เกิดเป็นของใหม่อย่างหนึ่งอย่างใดขึ้น คงเป็นของเดิมอยู่นั่นเอง การเปลี่ยนแปลงชะนิดนี้เรียกว่าการเปลี่ยนแปลงทางฟิสิคส์

ตัวอย่างเช่นน้ำถูกความร้อนแล้วกลายเป็นไอ ไอน้ำถูกความเย็นแล้วกลับมาเป็นหยดน้ำ น้ำถูกความเย็นจัดกลายเป็นของแข็ง (น้ำแข็ง) ในการที่น้ำเปลี่ยนแปลงไปต่าง ๆ เช่นนี้ น้ำก็คงเป็นน้ำอยู่ตามเดิมนั้นเอง ยังมีการเปลี่ยนแปลงอย่างอื่น ๆ อีกมาก เช่นการยืดตัว

และหดตัวของวัตถุเมื่อถูกความร้อนเย็น การหลอมตัวของวัตถุต่าง ๆ การที่โลหะถูกเผาแล้วเปลี่ยนสี การเกิดและเสื่อมอำนาจของแม่เหล็ก การที่ปล่อยกระแสไฟฟ้าเดินในเส้นลวดแล้วเกิดความร้อน การเปลี่ยนแปลงของวัตถุตามที่กล่าวมาแล้วนี้เป็นการเปลี่ยนแปลงทางฟิสิคส์ทั้งสิ้น

การเปลี่ยนแปลงทางเคมี (Chemical Change)

คือการเปลี่ยนแปลงอย่างหนึ่งซึ่งวัตถุนั้นเปลี่ยนลักษณะและสมบัติผิดจากวัตถุเดิม เกิดเป็นวัตถุชะนิดใหม่ขึ้นอีกอย่างหนึ่งหรือหลายอย่าง โดยมีส่วนสัดคงที่แน่นอน วัตถุเดิมเมื่อยังไม่เปลี่ยนแปลงกับวัตถุใหม่ เมื่อเปลี่ยนแปลงไปแล้วมีลักษณะและสมบัติต่างกันมาก เป็นวัตถุคนละชะนิด การเปลี่ยนแปลงชะนิดนี้เรียกว่า การเปลี่ยนแปลงทางเคมี

ตัวอย่าง เช่นให้กระแสไฟฟ้าเดินผ่านในน้ำ กระแสไฟฟ้าจะทำให้น้ำแยกออกเป็นแกส ๒ ชะนิด คือ ออคซิเจน และไฮโดรเจน เกิดเป็นวัตถุชะนิดใหม่ขึ้น มีลักษณะและสมบัติต่างกันกับน้ำมาก ยังมีการเปลี่ยนแปลงชะนิดอื่น ๆ อีกมาก เช่นการไหม้ของเชื้อเพลิงต่าง ๆ การเกิดสนิมของโลหะ การผะสมธาตุของวัตถุตั้งแต่ ๒ ชะนิดขึ้นไป การสลายตัวเองของสารประกอบออกเป็นธาตุหลายชะนิด การเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ เหล่านี้ เป็นการเปลี่ยนแปลงทางเคมีทั้งสิ้น

สัญญลักขณ์ (Symbol)

คือการย่อชื่อของธาตุในภาษาละติน โดยเอาอักษรตัวต้นของชื่อนั้นตัวเดียว หรือเพราะเหตุว่าธาตุทั้งหมดมี ๘๖ ชะนิดเศษ ส่วน

อักษรมีเพียง ๒๖ ตัวเท่านั้น เพื่อไม่ให้ซ้ำกัน ให้เลือกเอาอักษรอีกตัวหนึ่งในชื่อของธาตุนั้นผะสมเข้าด้วย การเขียนตัวย่อนี้ ตัวต้นต้องเขียนด้วยอักษรใหญ่เสมอ ส่วนตัวที่เลือกเอามาผะสมด้วยให้เขียนด้วยตัวเล็กติดกันไป จะเขียนด้วยอักษรใหญ่ด้วยกันทั้งคู่ไม่ได้เป็นอันขาด เพราะจะทำให้ความหมายของตัวย่อนั้นผิดไป เช่น Cobalt มีตัวย่อเป็น Co. Oxygen มีตัวย่อเป็น O. Carbon มีตัวย่อเป็น C. ถ้าเราเขียน Cobalt เป็น CO. เช่นนี้แล้ว จะกลายเป็น Carbon และ Oxygen ซึ่งไม่ใช่ Cobalt ที่เราต้องการ

ชื่อของธาตุตามที่มีอยู่ในตาราง ๘-๙ ชื่อ ซึ่งเป็นชื่อในภาษาอังกฤษไม่ใช่ภาษาละติน เราจึงเห็นตัวย่อไม่ตรงกับชื่อเช่น Antimony เป็นชื่อในภาษาอังกฤษ ในภาษาละตินว่า Stibium จึงมีตัวย่อเป็น Sb. Silver ในภาษาละตินว่า Argentum จึงมีตัวย่อเป็น Ag. หรือ Gold ในภาษาละตินว่า Aurum จึงย่อเป็น Au. ฯลฯ เหล่านี้เป็นต้น

การย่อชื่อของธาตุนี้ไม่เพียงแต่มีประโยชน์ในการเขียนให้สั้นเข้าเท่านั้น ยังมีประโยชน์ในการเขียนสมการและใช้ในการคำณวนได้ด้วย

ปรมาณู (Atoms)

เป็นส่วนเล็กที่สุดของธาตุซึ่งเราแบ่งออกได้ในทางทฤษฎีแห่งเคมี ส่วนเล็กที่สุดนี้เราไม่สามารถจะแบ่งออกได้อีกต่อไป และจะกำหนดขนาดว่าโตเท่านั้นหรือมีน้ำหนักเท่านี้ไม่ได้ ทั้งเราไม่สามารถจะเห็นได้ด้วยตาเปล่า ส่วนเล็กที่สุดนี้เราเรียกว่าปรมาณู

หากจะกล่าวฉะเพาะในเรื่องธาตุแล้ว ๑ ปรมาณูของธาตุอย่างหนึ่ง ก็คือสัญญลักขณ์ ๑ ตัวของธาตุนั้นเอง เช่น Aluminium เราเขียนสัญญลักขณ์ว่า Al Al. นี้แทน Aluminium ๑ ปรมาณู สัญญลักขณ์ของธาตุอื่น ๆ ก็เช่นเดียวกัน O. แทน ๑ ปรมาณูของออคซิเจน H. แทน ๑ ปรมาณูของไฮโดรเจน ฯลฯ

ตัวเลขซึ่งแสดงจำนวนปรมาณูนี้ เขียนไว้ข้างหลังสัญญลักขณ์ในแนวล่าง เช่น ๒ ปรมาณูของไฮโดรเจนเขียน H_2 หรือ ๔ ปรมาณูของถ่านเขียน C_4 หรือ ๓ ปรมาณูของอะลูมิเนียมเขียน Al_3 ฯลฯ ดังนี้เป็นต้น

อณู (Molecules)

คือปรมาณูของธาตุต่าง ๆ นั่นเอง แต่ได้เข้ามารวมกันเป็นเนื้อเดียวกันสนิทอย่างน้อยที่สุด ๒ ปรมาณู จะเป็นปรมาณูของธาตุชะนิดเดียวกันหรือปรมาณูของธาตุชะนิดต่างกันก็ได้ ส่วนเล็กที่สุดนี้ยังคงคุณสมบัติเป็นวัตถุเดิมอยู่ ส่วนนี้แหละเรียกว่าอณู

วัตถุทุกชะนิดย่อมประกอบด้วยก้อนอณูเป็นจำนวนมาก และมีแรงดึงดูดระหว่างอณูต่ออณู แรงดึงดูดนี้เรียกว่า Cohesion วัตถุจำพวกแข็งมีแรงดึงดูดระหว่างอณูต่ออณูมากกว่ากำลังดึงดูดของโลก ดังนั้นจึงเกาะติดกันแน่นเป็นก้อนหรือเป็นท่อนแข็งได้ ส่วนวัตถุเหลวมีแรงดึงดูดระหว่างอณูน้อยกว่ากำลังดึงดูดของโลกจึงขาดจากกันง่าย และไหลเทลงสู่ระดับต่ำเสมอ ส่วนวัตถุจำพวกแกส ไม่มีแรงดึงดูดระหว่าง

อณูเลย ดังนั้นจึงไม่สามารถรวมกันเป็นก้อนได้ และกระจายออกจากกันได้อย่างง่ายดาย

ถ้าจะกล่าวอีกอย่างหนึ่งอณูก็คือ สัญญลักขณ์ของธาตุซึ่งได้เข้ารวมเป็นเนื้อเดียวกันสนิทตั้งแต่ ๒ ปรมาณูขึ้นไป เช่น H_2 นี้ใช้แทน ๑ อณูของไฮโดรเจน คือ ไฮโดรเจน ๒ ปรมาณูมาเกาะกันเป็น ๑ อณู หรือ H_2O ใช้เขียนแทน ๑ อณูของน้ำ คือมีไฮโดรเจน ๒ ปรมาณูเกาะกับออคซิเจน ๑ ปรมาณู รวมกันเป็น ๑ อณูของน้ำ

ตัวเลขซึ่งแสดงจำนวนอณูนี้เขียนไว้ข้างหน้าสัญญลักขณ์ในแนวเดียวกัน เช่น ๕ อณูของน้ำเขียนว่า $5H_2O$ หรือ ๓ อณูของไฮโดรเจนเขียนว่า $3H_2$ เช่นนี้เป็นต้น

น้ำหนักปรมาณู (Atomic weight)

ในตารางซึ่งได้ให้น้ำหนักปรมาณูไว้นั้น ดูเป็นการขัดกับคำที่ว่าปรมาณูนั้นเราไม่สามารถเห็นได้ด้วยตาเปล่าหรือจะกะขนาดและน้ำหนักไม่ได้ด้วย ทำไมในที่นี้จึงกำหนดเป็นจำนวนเลขลงไปได้ ความจริงจำนวนเลขในช่องน้ำหนักปรมาณูนั้น ไม่ใช่เป็นจำนวนเลขซึ่งแสดงว่าน้ำหนักของปรมาณูของธาตุเหล่านั้นหนักเท่านั้นจริง จำนวนเลขซึ่งให้ไว้นั้นเป็นอัตราส่วนสำหรับเปรียบเทียบ โดยกำหนดให้ออคซิเจนเป็นตัวเกณฑ์ คือให้ O = ๑๖ ส่วนธาตุอื่น ๆ ก็คิดเปรียบเทียบเป็นอัตราส่วนกับออคซิเจนนี้ตามส่วน เช่นเดียวกับความถ่วงจำเพาะ (Specific Gravity) ของวัตถุต่าง ๆ เปรียบเทียบกับน้ำ และจำนวนเลขเหล่านั้นไม่พิกัดน้ำหนักว่า เป็นมาตราไหนแน่ลงไปได้ แล้วแต่วัตถุที่เราต้องการคำณวนนั้นเป็นน้ำหนักของมาตราอะไร ถ้าน้ำหนักเป็นกรัม

จำนวนเลขของปรมาณูก็เป็นกรัมด้วยหรือเป็นปอนด์ก็เป็นปอนด์ด้วย ฯลฯ น้ำหนักปรมาณูนี้สำหรับใช้ในการคำณวนในขั้นต่อไป

น้ำหนักอณู (Molecular weight)

ใน ๑ อณูนั้นจะเป็นธาตุกี่ชะนิดหรือชะนิดเดียวกันก็ตาม ให้เอาน้ำหนักปรมาณูของธาตุต่าง ๆ เหล่านั้นรวมกันเข้าทั้งหมด เมื่อได้เท่าใดก็เป็นน้ำหนักอณูของวัตถุนั้น

!ซ่นกรดกำมะถัน ๑ อณู มีธาตุรวมกันอยู่ ๓ ชะนิด คือไฮโดรเจน กำมะถันและออคซิเจน รวมกันเป็น H_2SO_4 มี H ๒ ปรมาณู เบ็ดตารางในช่องน้ำหนักปรมาณูของไฮโดรเจนได้ ๑.๐๐๘ สองปรมาณูเป็น ๒.๐๑๖ .กำมะถัน ๑ ปรมาณูเบ็ดได้ ๓๒.๐๖ ออคซิเจนเบ็ดได้ ๑๖ มี ๔ ปรมาณูเป็น ๖๔ เมื่อเอามารวมกันทั้งหมดได้ ๙๘.๐๗๖ คือน้ำหนัก ๑ อณูของกรดกำมะถัน

น้ำหนักอณูของสารประกอบชะนิดอื่น ๆ ก็หาได้เช่นเดียวกัน เช่น โซเดียมคลอไรด์ (NaCl) โปแตสเซียมไฮดร๊อกไซด์ (KOH)

Na	= ๒๓.๐๐๐	K	= ๓๙.๑๐๐
Cl	= ๓๕.๔๕๗	O	= ๑๖.๐๐๐
น้ำหนัก ๑ อณู			
NaCl	= ๕๘.๔๕๗	H	= ๑.๐๐๘
		น้ำหนัก ๑ อณู KOH	= ๕๖.๑๐๘

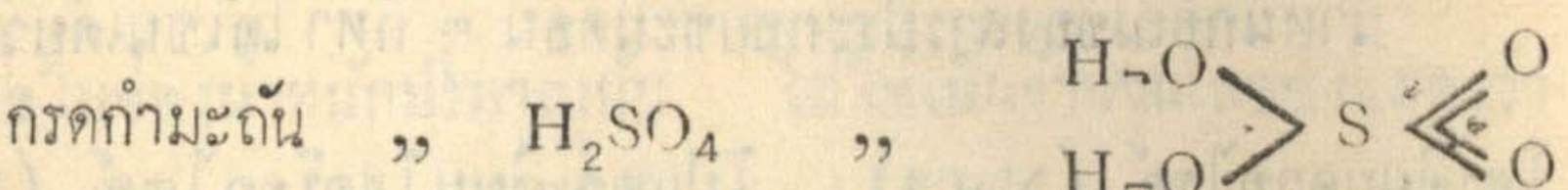
สูตร์ (Formula)

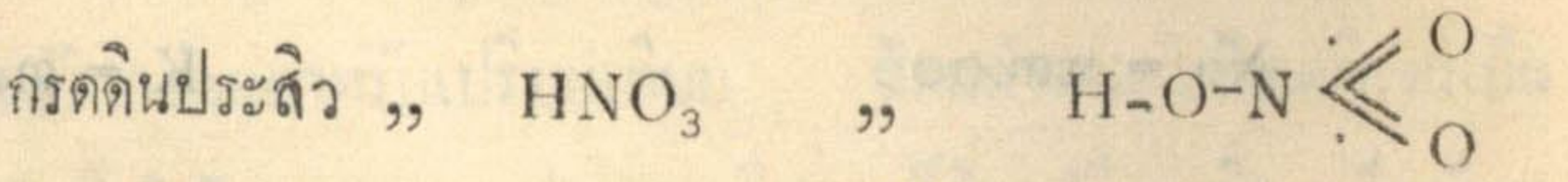
ในหนึ่งอณูของสารประกอบหรือสสารอย่างหนึ่งอย่างใด ประกอบขึ้นด้วยธาตุอะไรบ้าง การที่เอาสัญญลักขณ์ของธาตุเหล่านั้นเขียนรวมกันแทนอณูของสารประกอบหรือสสารนั้น หมู่ปรมาณูนั้นเรียกว่าสตร์ เช่น หนึ่งอณูของน้ำประกอบด้วยไฮโดรเจน ๒ ปรมาณู ออคซิเจน ๑ ปรมาณู เขียนว่า H_2O ๆ นี้เรียกว่าสูตร์ หรือกรดกำมะถันเป็นสารประกอบของไฮโดรเจน ๒ ปรมาณู กำมะถัน ๑ ปรมาณู ออคซิเจน ๔ ปรมาณู กรดกำมะถันจึงมีสูตร์เป็น H_2SO_2

สูตร์ภาพ (Structural formula)

การที่ปรมาณูเข้าเกาะรวมกันเป็นสูตร์ขึ้นได้นั้น ก็เหมือนอย่างปรมาณูเหล่านั้นมีมือเกาะกัน มือหรือเส้นโยงระหว่างปรมาณู ก็คือเวเลนซีของธาตุ ภาพเกาะกันของสูตร์เรียกว่าสูตร์ภาพ

เช่นน้ำมีสูตร์ เป็น H_2O สูตร์ภาพเป็น H-O-H

กรดกำมะถัน ,, H_2SO_4 ,, 

กรดดินประสิว ,, HNO_3 ,, 

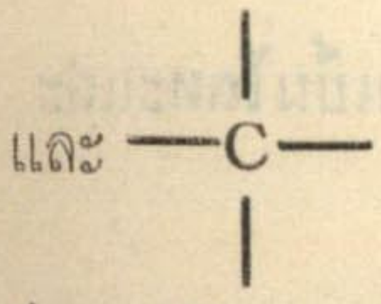
เวเลนซี่ (Valency)

เป็นอำนาจของปรมาณูของธาตุชะนิดหนึ่ง ๆ ซึ่งสามารถจะเข้าผะสมกับปรมาณูของธาตุอีกชะนิดหนึ่งได้เพียงใด และอำนาจของการผะสมของปรมาณูหนึ่ง ๆ ของธาตุนี้ บางชะนิดก็มี ๑ บางชะนิดก็มี๒

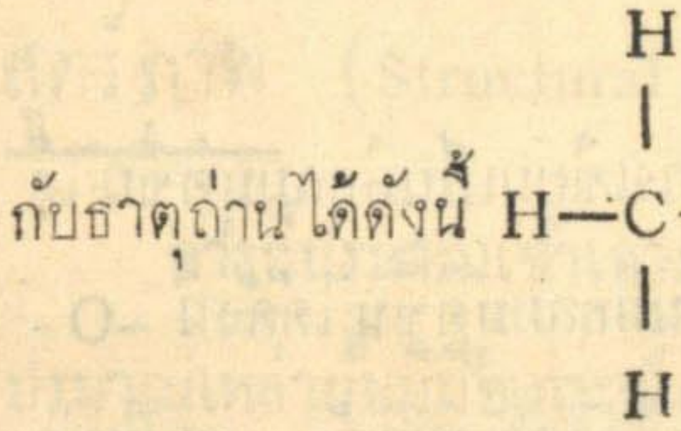
หรือ ๓,๔ ฯลฯ หรือในชะนิดหนึ่งธาตุอย่างหนึ่งอาจมีเวเลนซีได้หลายอย่าง

เวเลนซีนี้เป็นหลักสำคัญอย่างหนึ่งในการเขียนสมการเคมี ปรมาณูของธาตุซึ่งจะผะสมกันได้นั้น ต้องมีเวเลนซีเท่ากันจึงจะเข้าผะสมธาตุกันได้ ถ้าหากว่ามีมากน้อยไม่เท่ากันแล้วจะเข้าผะสมธาตุกันไม่ได้เป็นอันขาด

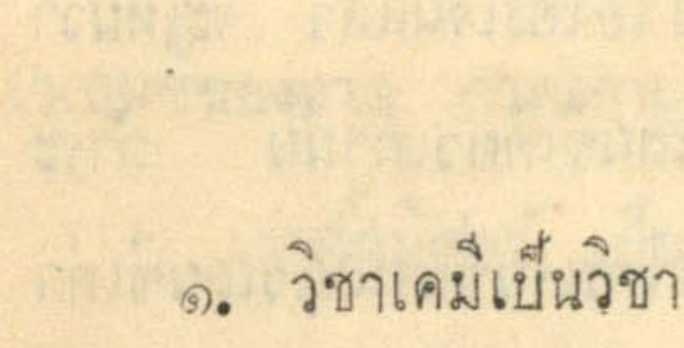
ถ้าจะเปรียบว่าเวเลนซีเป็นมือของธาตุ ๑ ปรมาณู ดูค่อนข้างจะเป็นการใกล้เคียงมาก แต่ให้พึงเข้าใจว่าไม่ใช่มือเพียงแต่สมมุติขึ้นพอเป็นทางให้เข้าใจว่า ระหว่างปรมาณูของธาตุที่เข้าผะสมกันนั้น ก็เหมือนอย่างมีมือมาเกาะกัน

เช่นไฮโดรเจนมี ๑ เวเลนซี เราอาจเขียนเป็นมือสมมุติขึ้นได้ดังนี้ H– และออคซิเจนมี ๒ เวเลนซีเขียนเป็นมือสมมุติขึ้นได้ดังนี้ –O– ฉะนั้นเมื่อ ๑ ปรมาณูของออคซิเจนจะผะสมกับไฮโดรเจนแล้ว จะเห็นว่าเข้าผะสมกันไม่ได้เพราะไฮโดรเจนมีเพียงเวเลนซีเดียวเท่านั้น ถ้าจะให้เข้าผะสมกันได้ ก็ต้องทวีปรมาณูของไฮโดรเจนขึ้นจนมีเวเลนซีเท่ากับออคซิเจนจึงจะเกาะกันได้ หรือเข้าผะสมกันได้ดังนี้ H–O–H คือเป็น H_2O หรือ ๑ อณูของน้ำ และเวเลนซีของธาตุชะนิดอื่น ๆ ก็เป็นไปในทำนองนี้เช่นเดียวกัน เช่นธาตุถ่านถ้าเราเปิดดูในตารางแล้วจะเห็นว่ามี ๒ และ ๔ เวเลนซี เราก็อาจเขียนเป็นมือสมมุติขึ้นได้ดังนี้ –C– และ  ถ้าหากจะเข้าผะสมกับออคซิเจนแล้วเราเห็นได้ว่าธาตุถ่านชะนิด ๒ เวเลนซี เข้าผะสมกับออคซิเจนซึ่งมี ๒ เวเลนซีได้พอดี

จึงเกาะกันดังนี้ C=O คือเป็น CO เรียกว่า Carbon monoxide หรือ ออคซิเจนจะเข้าผะสมกับธาตุถ่านชะนิด ๔ เวเลนซีแล้ว ก็ต้องทวีปรมาณู ของออคซิเจนขึ้นอีก จนมี ๔ เวเลนซีเท่ากับธาตุถ่าน คือเพิ่มออคซิเจน ขึ้นอีกหนึ่งปรมาณู รวมเป็น ๒ ปรมาณูมีเวเลนซีปรมาณูละ ๒ จึงเป็น ๔ เวเลนซีเท่ากัน จึงเกาะกันได้ O==C==O คือเป็น CO_2 เรียกว่า Carbon dioxide ธาตุชะนิดอื่น ๆ ซึ่งมีเวเลนซี ๑ ถ้าจะเข้าผะสมกับธาตุถ่านชะนิด ๔ เวเลนซีแล้ว ก็ต้องทวีจำนวนปรมาณูขึ้นจนมีเวเลนซีเท่ากับธาตุถ่าน จึงจะผะสมหรือเกาะกันได้ เช่นไฮโดรเจนมี ๑ เวเลนซี (หรือ ๑ มือ) จะต้องเพิ่มปรมาณูขึ้น ๔ ปรมาณูจึงจะเข้าผะสมหรือเกาะ



กับธาตุถ่านได้ดังนี้ H—C—H คือเป็น CH_4 เรียกว่า Methane



แบบฝึกหัด

๑. วิชาเคมีเป็นวิชาที่กล่าวถึงเรื่องราวของอะไร

๒. สสารกับวัตถุต่างกันอย่างไร ให้อธิบายและชี้ตัวอย่างมาให้เห็นจริง

๓. มีผู้กล่าวยืนยันว่าเขาสามารถทำเงินให้เป็นทองคำได้ ท่านเชื่อเขาไหม เพราะเหตุใด

๔. ท่านมีกฎเกณฑ์อะไรบ้าง ที่จะแบ่งธาตุออกเป็นโลหะและอโลหะ

๕. สารผะสมกับสารประกอบต่างกันอย่างไร

๖. สัญญลักขณ์ คืออะไร ให้อธิบายมาให้พิ้งโดยชัดเจน

๗. ปรมาณูกับอณูต่างกันอย่างไร

๘. เวเลนซีคืออะไร ให้อธิบายและชี้ตัวอย่างมาให้เห็นจริง

๙. ให้หาน้ำหนักอณูของสารประกอบต่อไปนี้ KNO_3,
$C_6H_{10}O_5$, $OCCl_2$, HNO_3,

๑๐ การเปลี่ยนแปลงของวัตถุต่าง ๆ มีกี่อย่าง อะไรบ้าง ให้ชี้ตัวอย่างของจริงและอธิบายเหตุผลมาให้พังด้วย

๑๑. ต่อไปนี้เป็นการเปลี่ยนแปลงชะนิดไหน

ก. ทำแก้วแตก

ข. ช้อนเงินตักไข่หวานแล้วดำ

ค. ใบไม้แห้ง

ง. ฝนตก

บทที่ ๒

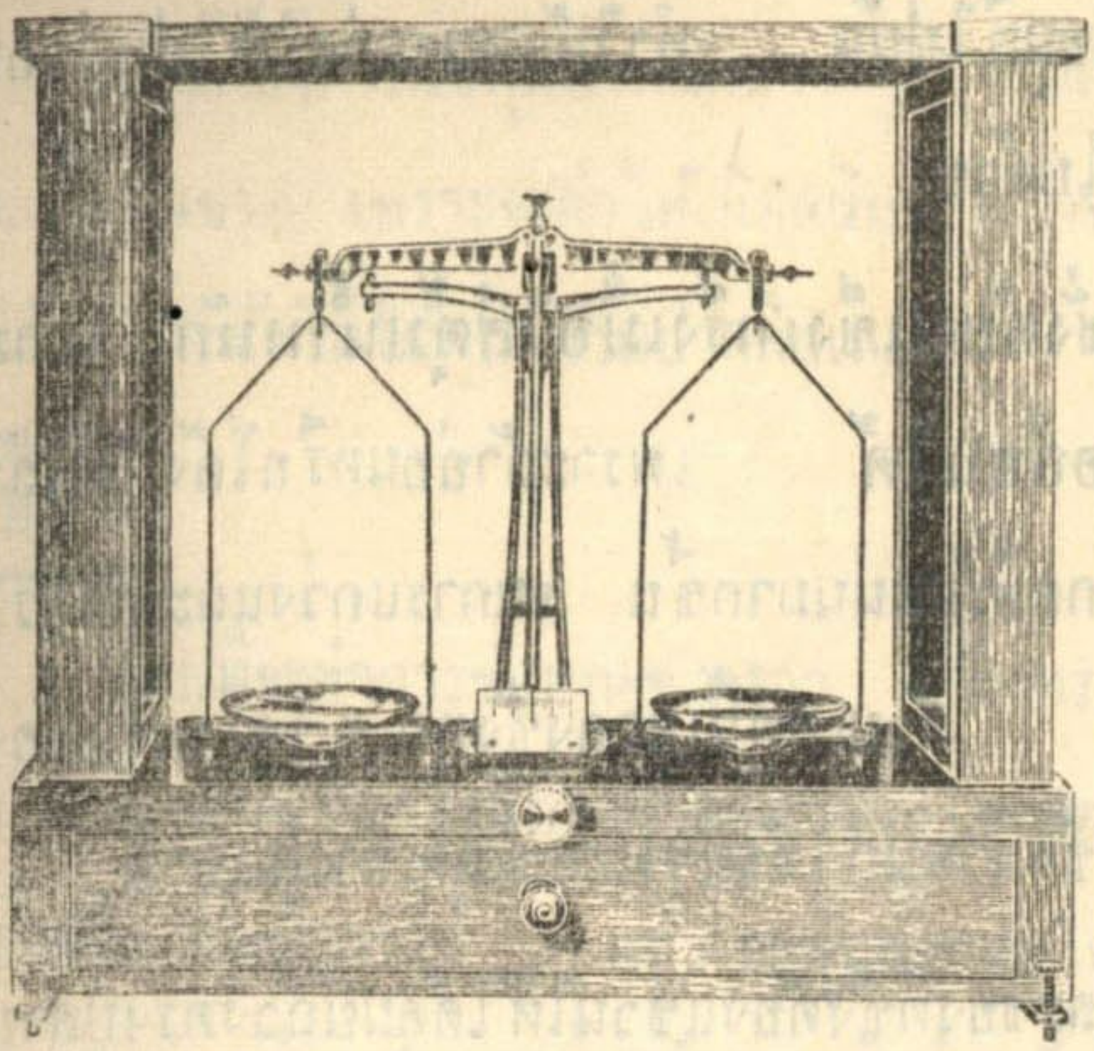
เครื่องมือและเครื่องใช้บางอย่างในห้องทดลอง

ผู้ศึกษาวิชาเคมีจะเรียนแต่เพียงทางตำราอย่างเดียวเท่านั้น นับว่าผลที่ได้ยังไม่เป็นการพอเพียง ควรจะได้เห็นการทดลองประกอบด้วยจะช่วยให้เข้าใจทราบซึ้งยิ่งขึ้น และจำได้ติดหูติดตา ดังนั้นควรรู้จักเครื่องมือและเครื่องใช้บางอย่างที่สำคัญ ๆ หรือจำเป็นเสียก่อนที่จะดำเนินการเรียนต่อไป

เครื่องชั่ง

เครื่องชั่งเป็นเครื่องมือที่สำคัญอย่างหนึ่งในการทดลอง หากจะพูดถึงเรื่องการตรวจแยกธาตุแล้ว เป็นเครื่องมือที่จำเป็นที่สุด ถ้าปราศจากเครื่องชั่งเสียแล้วจะทำอะไรไม่ได้เลย แต่ในขั้นต้นซึ่งเกี่ยวแก่การศึกษาวิชาเคมีก็เพียงแต่รู้จักใช้เครื่องชั่งหรือให้ชั่งเป็นเท่านั้น เพื่อจะได้ทราบว่าการผะสมธาตุ, การแยกธาตุ, การเปลี่ยนแปลงในลักษณาการณ์บางอย่าง อะไรเพิ่มน้ำหนัก อะไรเสียน้ำหนัก หรือเพียงต้องการจะทราบน้ำหนักของวัตถุบางอย่าง

ลักษณะของเครื่องชั่งมีแตกต่างกันหลายอย่างหลายชะนิด บางอย่างก็ทำการชั่งได้ละเอียดแน่นอนที่สุด บางอย่างก็ชั่งได้ถูกต้องพอประมาณ บางอย่างก็หยาบ แล้วแต่ความประสงค์ซึ่งให้เหมาะสมกับงานนั้น ๆ



รูปที่ ๑

เครื่องชั่งชะนิดธรรมดา ชั่งได้ละเอียดพอประมาณ เหมาะสำหรับใช้ในการเรียนเบื้องต้น

เครื่องชั่งจะชั่งได้ละเอียดหรือหยาบนั้น เกี่ยวแก่การสร้างเครื่องด้วยหลักสำคัญ ๆ ดังต่อไปนี้

๑. ระยะแขนจากคมขวานทั้งสองข้างต้องยาวเท่ากัน เพื่อให้ตุ้มน้ำหนักที่ถ่วงกับของที่ต้องการชั่งนั้นมีน้ำหนักได้ส่วนเท่ากันจริง ๆ ถ้าแขนยาวไม่เท่ากันแล้วน้ำหนักที่ชั่งได้นั้นเป็นน้ำหนักไม่ถูกต้องแน่นอน

๒. จุดศูนย์กลางน้ำหนักของแขนคันชั่ง ต้องอยู่ที่ปลายแหลมคมขวานพอดี ถ้าไม่ได้ส่วนตามนี้ แขนคันชั่งจะเอียงไปทาง

ตามในรูปที่ ๑, ๒ เป็นเครื่องชั่ง ๒ ชะนิด รูปที่ ๑ เป็นเครื่องชั่งอย่างละเอียด อยู่ภายในตู้กระจกเพื่อมิให้อากาศภายนอกรบกวนได้ ภายในตู้มียาสำหรับดูดความชื้นโดยมากใช้แคลเซียมคลอไรด์ ส่วนรูปที่ ๒ เป็นเครื่องชั่งชะนิดนี้



รูปที่ ๒

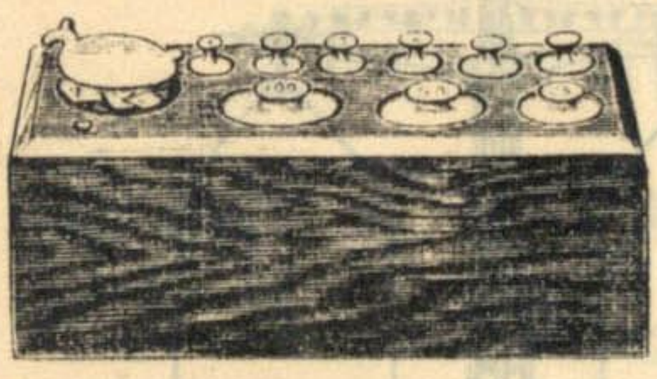
ถ้าแขนยาวไม่เท่ากันแล้ว

จุดศูนย์กลางน้ำหนักซึ่งเคลื่อนที่ไปนั้น ทำให้แขนแกว่งได้ไม่แน่นอน น้ำหนักที่ชั่งได้นั้นย่อมผิดไปด้วย

๓ แขนของคันชั่งต้องแข็งเกร็งเมื่อใส่ตุ้มน้ำหนัก และของที่ชั่งแล้วไม่โค้งหรืออ่อนได้ เพราะถ้าอ่อนหรือโค้งได้แล้วจะทำให้แหลมของคมขวานกดที่รับแน่นมากขึ้น จนการแกว่งและการทรงตัวผิดไปได้อย่างมากมาย ด้วยเหตุนี้เครื่องชั่งทุก ๆ เครื่องจึงต้องพิกัดน้ำหนักสูงสุดไว้ว่า ชั่งน้ำหนักได้อย่างมากที่สุดเท่านั้นเท่านี้

๔. ถาดใส่น้ำหนักและของที่ชั่งต้องแขวนให้ได้ศูนย์ถ่วงตรงปลายคันชั่งพอดี เมื่อใส่น้ำหนักมิให้เอียงเบี้ยนมุมเฉ

๕. ความผึดระหว่างคมขวานกับที่รองรับ ต้องให้มีน้อยที่สุดเท่าที่สามารถจะทำได้



รูปที่ ๓



รูปที่ ๔

ตุ้มน้ำหนัก

ตุ้มน้ำหนักมีชะนิดและขนาดต่าง ๆ กัน ตามในรูปที่ ๓ เบี้นตุ้มน้ำหนักชะนิดเบี้นกรัม หนักอันละ ๑ กรัม. ๒ กรัม, ๕ กรัม, ๑๐ กรัม, ๒๐ กรัม ๕๐ กรัม ฯ ล ฯ

และในรูปที่ ๔ เบี้นตุ้มน้ำหนักเบี้นมิลิกรัม มีน้ำหนักตั้งแต่ ๑, ๒, ๕, ๑๐, จนถึง ๕๐๐ มิลิกรัม

เมื่อต้องการใช้ตุ้มน้ำหนักต่าง ๆ ตามที่กล่าวมาแล้วไม่ควรจับด้วยมือเปล่าอันขาด เพราะจะทำให้เกิดสนิมน้ำหนักจะผิดไปได้ ทุก ๆ คราวที่ใช้ในการชั่งให้ใช้หยิบด้วยปากคีบเสมอ

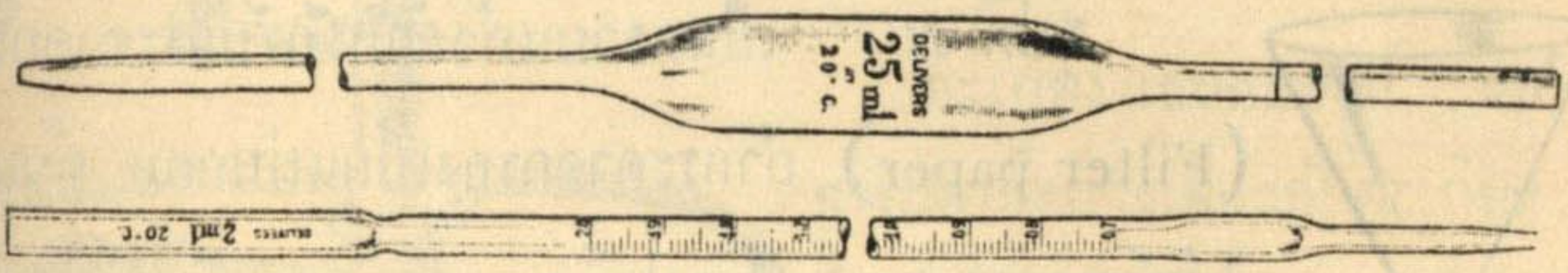
วิธีชั่ง

ก่อนที่จะทำการชั่งทุก ๆ คราว ต้องตรวจเครื่องชั่งเสียก่อนเสมอ ถ้าเครื่องชั่งยังไม่ตรงก็ถ่วงข้างหนึ่งข้างใดจนตรงพอดี เอาสิ่งที่ต้องการชั่งใส่ในถาดข้างหนึ่ง แล้วเอาตุ้มน้ำหนักใส่อีกข้างหนึ่งจนปลายเข็มชี้ตรงศูนย์พอดี เมื่อรวมน้ำหนักของตุ้มน้ำหนักทั้งหมดได้เท่าใดของที่ชั่งก็หนักเท่านั้น

เช่นใช้ตุ้มน้ำหนักอันละ ๒๐ กรัม ๒ อัน อันละ ๕ กรัม ๑ อัน อันละ ๑ กรัม ๑ อัน อันละ ๒๐๐ มิลิกรัม ๑ อัน อันละ ๕๐ มิลิกรัม ๑ อัน อันละ ๒ มิลิกรัม ๒ อัน เมื่อรวมน้ำหนักทั้งหมดแล้วจะได้ ๔๖.๒๕๔ กรัม

เครื่องตวง

เครื่องตวงน้ำยามีรูปและขนาดต่าง ๆ กันหลายชะนิด ตวงได้ละเอียดและพอประมาณแล้วแต่ความประสงค์ ดังในรูปต่อไปนี้



รูปที่ ๕

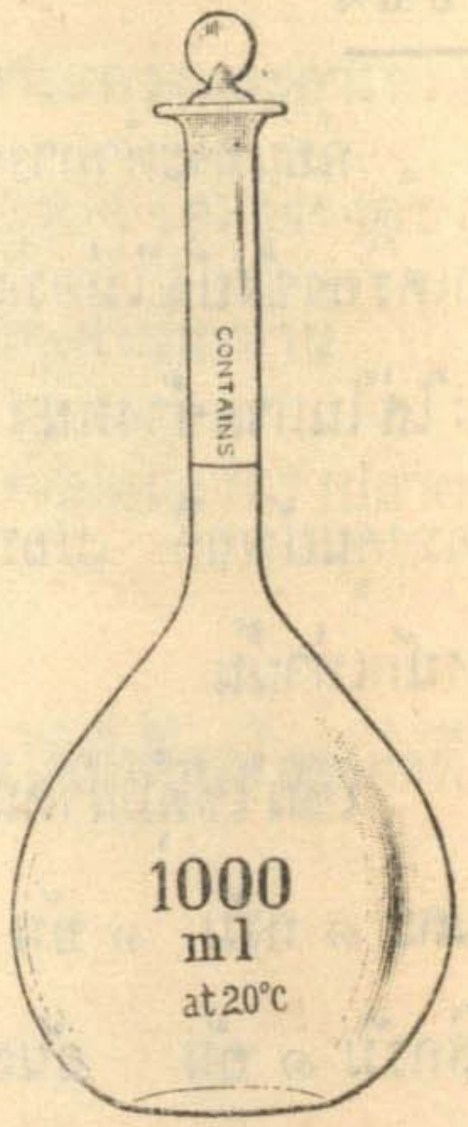
เครื่องตวงชะนิดนี้เรียกว่า ไปเปตต์ (Pipette) ตวงครั้งหนึ่งจะได้จำนวนตามความประสงค์ แล้วแต่ขนาดของ ไปเปตต์



รูปที่ ๖

รูปที่ ๖ เป็นเครื่องตวงรูปกระบอกชะนิดธรรมดาสำหรับใช้ตวงน้ำยาทั่ว ๆ ไปซึ่งไม่ต้องการละเอียดนัก

รูปที่ ๗ เป็นเครื่องตวงขนาด ๑ ลิตร หรือ ๑๐๐๐ ล.บ.ซ.ม. ในลักษณะเช่นนี้ยังมีขนาดต่าง ๆ เช่นตวงได้ ๕๐๐, ๒๐๐ ฯลฯ เป็นเครื่องตวงที่เหมาะสำหรับตวงน้ำยาได้ตามจำนวนจำกัดที่ต้องการตวงในครั้งเดียว

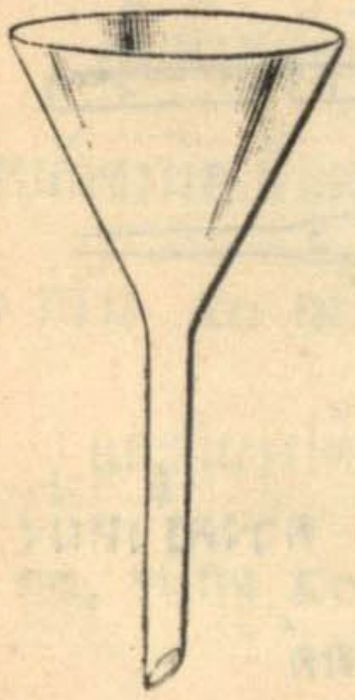


รูปที่๗

นอกจากนี้ยังมีชะนิดต่าง ๆ อีกมากเช่น บูเรตต์ (Burette) เป็นเครื่องตวงที่ใช้ในงานละเอียด ตวงได้แน่นอนถึง ๐.๑ หรือ ๐.๐๕ ล.บ.ซ.ม.

เครื่องใช้ในการกรอง

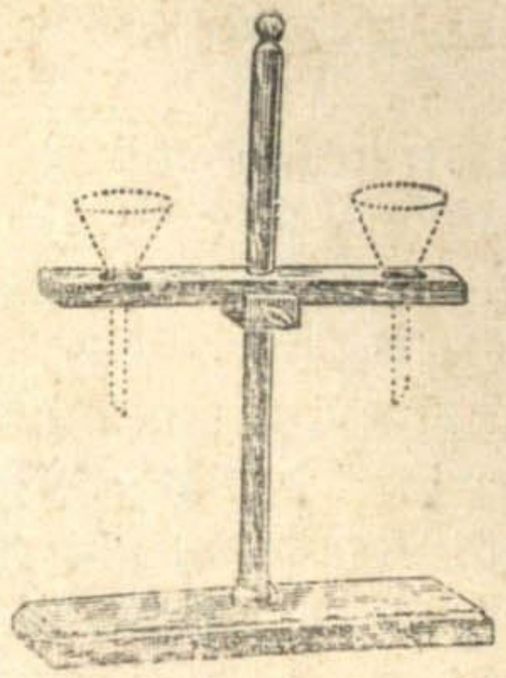
ในการทำน้ำยาขุ่น ๆ ให้ใส หรือการแยกตะกอนออกจากน้ำยาต้องใช้วิธีกรองด้วยเครื่องประกอบบางอย่างดังต่อไปนี้



รูปที่ ๘

รูปที่ ๘ เป็นกรวยแก้วสำหรับรับกระดาดกรอง (Filter paper) ถ้ากระดาดกรองเป็นแผ่นกลม ชั้นแรกให้พับกระดาดกรองเป็นรูปครึ่งวงกลม แล้วพับอีกครั้งหนึ่ง แยกตรงกลางออกจะใส่ได้พอเหมาะกับกรวยพอดี

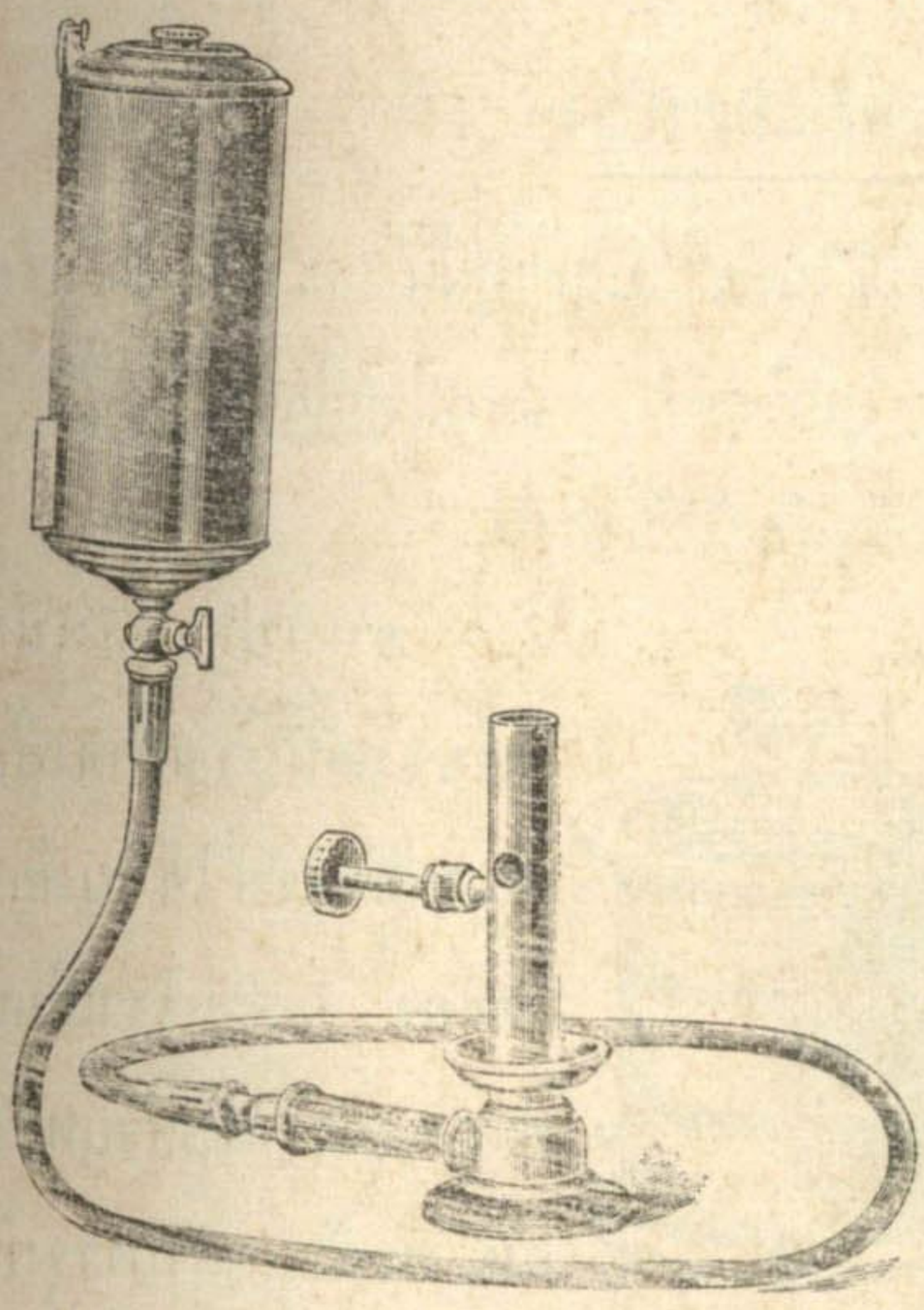
รูปที่ ๙ เป็นที่รับกรวย
สำหรับใช้ในการกรอง



รูปที่ ๙

แท่งแก้ว

ในการกวนน้ำยาหรือสิ่งต่าง ๆ ให้เข้ากวนด้วยแท่งแก้ว แท่งแก้วทำขึ้นในห้องทดลองได้ง่าย ๆ โดยตัดแท่งแก้วด้วยตะไบให้ยาวพอเหมาะกับความต้องการ แล้วเผาปลายด้วยตะเกียงบุนเซนให้หายคม นอกจากนี้แท่งแก้วยังใช้ในการรินวัตถุ หลวได้ด้วย ให้เอาแท่งแก้วแตะที่ปากภาชนะที่จะริน เทให้วัตถุเหลว ไหลไปตามแท่งแก้ว



รูปที่ ๑๐

ตะเกียง

ในการทดลอง คมี ความร้อน ปั๊ง สิ่ง สำ คัญ อย่าง และโดยมากใช้ตะเกียงแอลกอฮอล์ เพราะแอลกอฮอล์เวลาติดไฟไม่มีควัน ไม่ทำให้เครื่องแก้วดำ

ตะเกียง แอลกอฮอล์ ธรรมดาก็อย่าง ดียวกับตะ กียง ะใส้ แต่ใช้แอลกอฮอล์ น้ำมั สำหรับจุ หา สำหรับใช้ในการต้มของเล็ก ๆ น้อย ๆ

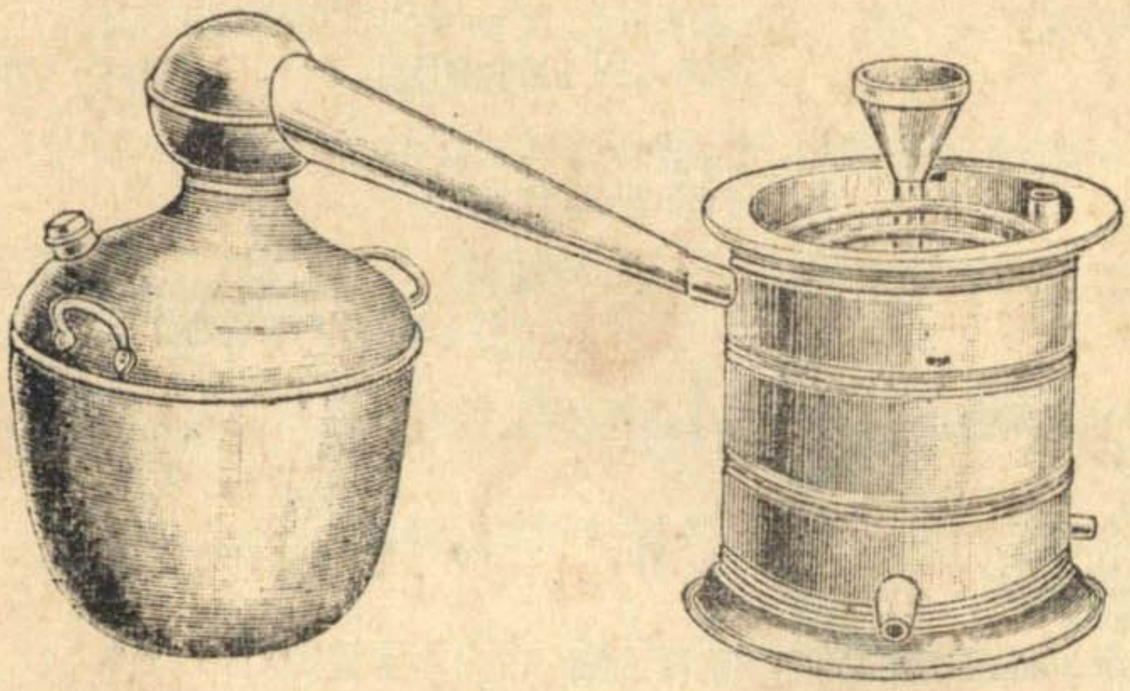
หรือในการดัดหลอดแก้วเล็ก ๆ เพื่อประกอบเครื่องมือและเครื่องใช้ในการทดลองบางอย่าง

ถ้าในงานที่ต้องการความร้อนสูง เช่นในการเป่าโป่งแก้ว การเผาใช้ตะเกียงแอลกอฮอล์ เรียกว่าบุนเซน (Bunsen) ดังในรูปที่ ๑๐ ตะเกียงชะนิดนี้ก่อนจุดให้เบิดแอลกอฮอล์ลงมาขังอยู่ในจานรอบคอตะเกียง แล้วจุดเผาให้ตะเกียงร้อนเสียก่อน (อย่างเดียวกับเครื่องเผาหัว) เมื่อแอลกอฮอล์ในกระป๋องตอนบนไหลผ่านตอนที่ร้อนจะเกิดเป็นแกสพ่นออกทางนมหนู จะให้ร้อนมากหรือน้อยก็ได้ตามต้องการสุดแล้วแต่จะเบิดให้แกสพ่นแรงหรือเบา

นอกจากตะเกียงแอลกอฮอล์แล้วก็มีตะเกียงแกส เรียกว่าตะเกียงบุนเซนเหมือนกัน โดยมากในประเทศเราใช้แกสที่ทำมาจากเบนซีน

ขวดน้ำกลั่นและน้ำที่ใช้ในห้องทดลอง

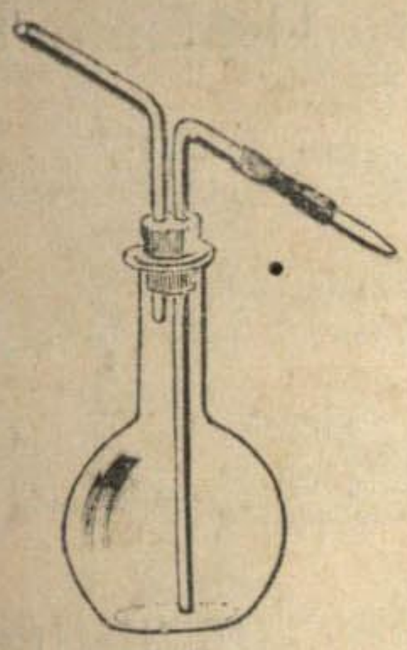
น้ำซึ่งใช้ในการทดลองหรือใช้ในห้องแยกธาตุนั้น จะใช้น้ำฝนหรือน้ำธรรมดาไม่ได้ เพราะเป็นน้ำไม่บริสุทธิ์ ย่อมมีเกลือและสิ่งอื่น ๆ เจือปนอยู่ด้วยเสมอ ดังนั้นจึงจำเป็นต้องใช้น้ำกลั่น



รูปที่ ๑๑

กลั่นน้ำชะนิดนี้โดยมากทำด้วยทองแดง

ตามรูปที่ ๑๑ เป็นเครื่องกลั่นน้ำขนาดเล็กเหมาะสำหรับใช้ในห้องทดลอง ตามโรงเรียนต่าง ๆ ประกอบด้วยหม้อต้ม, หัวช้าง, ถังบรรจุน้ำหล่อขดลวดไส้ไก่ หม้อ



รูปที่ ๑๒

ขวดใส่น้ำกลั่นดังในรูปที่ ๑๒ ทำขึ้นใช้ในห้องทดลองได้โดยง่าย ให้ดัดหลอดแก้วใส่ติดกับจุกยางดังในรูป เมื่อต้องการจะใช้น้ำใช้ได้ ๒ ทาง ถ้าเป่าทางด้านหลอดแก้วสั้นน้ำจะไหลออกมาอีกทางหนึ่ง หรือจะใช้เทให้น้ำไหลออกทางหลอดแก้วสั้นก็ได้ ขวดน้ำกลั่นนี้มีประโยชน์มากในการทดลอง และใช้สำหรับเป่าน้ำล้างตะกอนได้ด้วย จึงเรียกกันอีกชื่อหนึ่งว่า Washing bottle



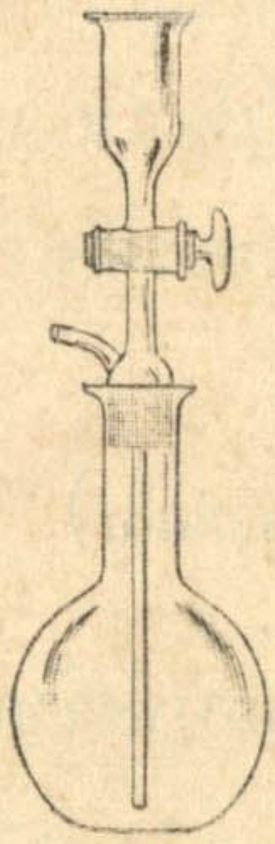
รูปที่ ๑๓

ขวดสำหรับล้างอีกชะนิดหนึ่งเป็นเครื่องแก้วแบบสำเร็จดังในรูปที่ ๑๓ สำหรับใส่วัตถุเหลวซึ่งระเหยได้ง่ายเช่น อีเธอร์หรือแอลกอฮอล์ ฯ ผิดกับขวดน้ำกลั่นตามที่กล่าวมาแล้วก็ด้วยเพิ่มก๊อกขึ้นที่หลอดแก้วทั้งสองข้าง เพื่อป้องกันมิให้วัตถุเหลวภายในขวดนั้นระเหยหนีไปได้ วิธีใช้ก็เช่นเดียวกันกับขวดน้ำกลั่นธรรมดา

๔ เครื่องทำแกส



รูปที่ ๑๔



รูปที่ ๑๕



รูปที่ ๑๖

ตามในรูปที่ ๑๔, ๑๕, ๑๖ เป็นเครื่องทำแกส (Gas Generator) ต่าง ๆ เพื่อให้เหมาะกับความประสงค์ในทางใช้งาน เช่นรูปที่ ๑๔ เป็นเครื่องทำแกสอัตโนมัติ เรียกชื่อว่า Kipp's apparatus ขณะที่แกสเกิดอยู่ แต่ไม่ประสงค์จะใช้แกสนั้น แกสจะดันน้ำขึ้นไปข้างบนในโป่งตอนบนไม่ให้ถูกกับตัวยาที่ทำแกส แกสจะหยุดเกิด เมื่อเปิดแกสไปใช้งาน น้ำจะลดลงมาจากโป่งบน ข้างล่างกันเกิดแกสขึ้นอีก ในรูปที่ ๑๕ เป็นเครื่องทำแกสแบบลำรางที่มีขายในท้องตลาด ส่วนรูปที่ ๑๖ เป็นเครื่องทำแกสที่ทำขึ้นใช้เองในห้องทดลอง มีจุกยางหรือจุกไม้ก๊อกสำหรับอุดขวด จะใช้ขวดหรือคณโฑแก้วก็ได้ จึงได้ทำรูปเป็นจุดไข่ปลาไว้ ส่วนเครื่องประกอบให้จัดทำดังในรูป

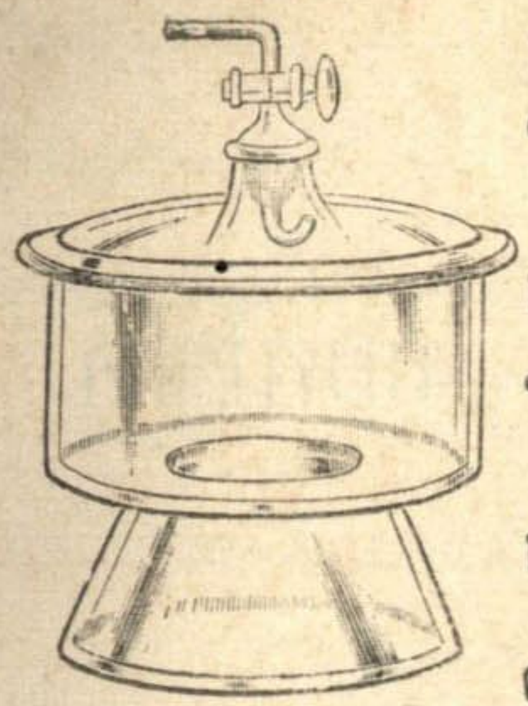


รูปที่ ๑๗

แกสที่ทำให้เกิดขึ้นนั้นอาจไม่บริสุทธิ์หรือจำเป็นจะต้องใช้เครื่องยาอย่างหนึ่งอย่างใดล้างเสียก่อน ขวดที่ใส่น้ำยาสำหรับล้างนั้นดังในรูปที่ ๑๗ เรียกว่า "ขวดล้างแกส" (Gas washing bottle)

โถกันความชื้น (Dessicator)

ความชื้นเป็นสิ่งรบกวนการชั่งน้ำหนักของวัตถุที่สำคัญที่สุด เพราะน้ำหนักที่ชั่งได้นั้นจะรวมกับน้ำหนักของไอน้ำด้วย เพื่อป้องกันการรบกวน



รูปที่ ๑๙

จากความชื้น จึงใช้เครื่องมือชะนิดหนึ่งเรียกว่า "โถกันความชื้น" ดังในรูปที่ ๑๘ มีฝาบิดสนิทที่ฝามีก๊อกสำหรับสูบอากาศออกได้เมื่อต้องการไม่ให้มีอากาศภายใน หรือจะบรรจุแกสชะนิดใดลงไปทางก๊อกนั้นก็ได้ ที่ก้นโถกันความชื้นใส่ยาที่ดูดความชื้นได้ดี เช่นกรดกำมะถันหรือแคลเซียมคลอไรด์

โถกันความชื้นนี้มีประโยชน์และสำคัญมาก ของที่เอาออกจากการเผาหรือการอบด้วยความร้อน ต้องทิ้งไว้ให้เย็นในโถกันความชื้นนี้ก่อนเสมอจึงจะทำการชั่งได้ มิฉะนั้นน้ำหนักที่ชั่งได้จะคลาดเคลื่อนไม่ตรงกับน้ำหนักจริง ๆ ของ ๆ นั้น

แบบฝึกหัด

๑. เพราะเหตุใด การเรียน วิชาเคมี จึงต้อง มีการทดลองประกอบด้วย จะเรียนแต่ทางตำราเท่านั้นไม่เป็นการพอเพียงหรือ

๒. เครื่องใช้ในการทดลองที่สำคัญ ๆ มีอะไรบ้าง ให้บอกชื่อและอธิบายลักษณะมาให้พึงโดยสังเขป

บทที่ ๓

อินดิเกเตอร์, การเผาไหม้, ออคไซด์

อินดิเกเตอร์ (Indicator)

ตามปกติวัตถุต่าง ๆ มีคุณสมบัติอยู่ ๓ อย่าง เป็นกลาง, เป็นกรด, เป็นด่าง ผู้เริ่มศึกษาวิชาเคมีต้องเข้าใจถึงเรื่องราวของสมบัติตามที่กล่าวมาแล้วนี้เป็นอย่างดี ว่าอะไรเป็นกรด อะไรเป็นด่าง หรืออะไรเป็นกลาง ซึ่งจะได้อธิบายโดยชัดเจนในตอนต่อไป แต่เบื้องต้นนี้จะกล่าวถึงอินดิเกเตอร์ก่อน คำนี้หมายถึงยาซัดที่จะทำให้ทราบว่าเป็นกรดหรือด่าง อินดิเกเตอร์ชะนิดสามัญซึ่งใช้กันตามปกติดังตารางต่อไปนี้

ชื่ออินดิเกเตอร์	สีเดิม	สีที่ถูกวัตถุมีสมบัติเป็นกรด	สีที่ถูกวัตถุมีสมบัติเป็นด่าง
๑. กระดาดหรือน้ำยาลิตมัส	น้ำเงิน	แดง	คงเดิม
๒. กระดาดหรือน้ำยาลิตมัส	แดง	คงเดิม	น้ำเงิน
๓. เมธิลออเรนจ์ (Methyl orange)	เหลือง	แดง	คงเดิม
๔. เฟนอลฟ์ธาลีน (Phenolphthalein)	ขาว	คงเดิม	บานเย็น

การทดลองเพื่อให้ทราบว่าเป็นกรดหรือด่างนั้นให้เอาน้ำยาที่จะตรวจใส่ในหลอดแก้วทดลอง แล้วเติมยาซัดลงไป ขณะนั้นให้สังเกตสี ถ้าสีเปลี่ยนจากเดิมก็แสดงอาการให้ทราบว่าเป็นกรดหรือด่าง หรือจะทำ

ตรงกันข้ามก็ได้ โดยเอายาซัดใส่ในหลอดทดลองแล้วเติมสิ่งจะต้องการตรวจภายหลังก็ได้ เช่นอยากจะทราบว่าวัตถุอย่างหนึ่งเป็นกรดหรือไม่ ตามตำรามีอินดิเกเตอร์อยู่ ๒ อย่าง ที่ถูกวัตถุมีสมบัติเป็นกรดแล้วเปลี่ยนสีคือ ลิตมัสสีน้ำเงินและเมธิลออเรนจ์ (เหลือง) เอาชะนิดหนึ่งชะนิดใดก็ได้ใส่หลอดทดลอง เติมสิ่งที่ต้องการตรวจว่าเป็นกรดหรือไม่ลงไป ถ้าเปลี่ยนเป็นสีแดงก็แสดงว่าเป็นกรด ถ้าสีมิได้เปลี่ยนแปลงอาจจะเป็นด่างหรือเป็นกลางก็ได้ การทดลองว่าเป็นด่างหรือไม่นั้นก็ทำเช่นเดียวกันกับทดลองกรด !ปลี่ยนอินดิเกเตอร์เป็นลิตมัสสีแดงหรือเฟนอลฟ์ธาลีน (ขาว) ถ้าสีเปลี่ยนแปลง คือลิตมัสแดงเป็นสีน้ำเงินหรือเฟนอลฟ์ธาลีนเป็นสีบานเย็นก็แสดงว่าเป็นด่าง ถ้าสีไม่เปลี่ยนแปลงอาจเป็นกรดหรือเป็นกลางก็ได้

จากการทดลองกรดหรือด่างจะเห็นได้ว่าในการทดลองแต่อย่างเดียวยังไม่ทราบว่าวัตถุนั้นเป็นกลางหรือไม่ เพราะเมื่อไม่เป็นกรด อาจเป็นกลางหรือด่าง และเมื่อไม่เป็นด่าง อาจเป็นกลางหรือกรด ดังนั้นการทดลองว่าเป็นกลางหรือไม่ต้องทดลองทั้งกรดและด่าง เมื่อไม่เป็นกรดและด่างวัตถุนั้นตองเป็นกลาง

การเผาไหม้

(COMBUSTION)

การเผาไหม้ของวัตถุต่าง ๆ เป็นสิ่งหนึ่งที่น่าพิศวง เพราะปรากฏจากผลของการทดลองแสดงให้เห็นว่า มีวัตถุเป็นจำนวนมากมายได้ทวีน้ำหนักขึ้นเมื่อไหม้ไฟในอากาศ • และได้มีผู้ทดลองจุดเทียนไข, กำ

มะถันและสิ่งต่าง ๆ อีกหลายชะนิดในภาชนะซึ่งสูบอากาศออกจนหมด แต่วัตถุเหล่านั้นมิได้ติดไฟ ในสมัยนั้นยังไม่มีใครรู้เหตุผลว่าเป็นเพราะเหตุใด จนถึงปี พ.ศ. ๒๓๓๗ ท่านละวัวซิเยร์ (Lavoisier) ได้อธิบายทฤษฎีของการเผาไหม้ จึงได้ทราบกันโดยชัดเจนว่าการเผาไหม้หรือการไหม้ไฟของวัตถุต่าง ๆ นั้นต้องอาศัยธาตุชะนิดหนึ่งในอากาศคือออคซิเจน ถ้าปราศจากธาตุนี้เสียแล้ววัตถุต่าง ๆ เหล่านั้นจะไม่ไหม้ไฟหรือจะทวีน้ำหนักขึ้นอีกไม่ได้

วัตถุทวีน้ำหนักเมื่อถูกเผาไฟ

ให้ชั่งผงแมกนีเซียมประมาณ ๑ กรัมใส่ในเบ้าซึ่งรู้น้ำหนัก เผาด้วยตะเกียงบุนเซน หมั่นเบิดฝาเพื่อระบายอากาศให้เข้าผะสมด้วยบ่อย ๆ ในการเผานี้จะต้องใช้ความระมัดระวัง

อยู่เช่นนี้จนแมกนีเซียมในเบ้ากลายเป็นผงสีขาวจนหมด เอาออกจากไฟทิ้งไว้ให้เย็นแล้วชั่ง หักน้ำหนักของเบ้าออกเสีย จะเห็นว่าผงสีขาวนั้นหนักมากกว่าผงแมกนีเซียมก่อนเผา ซึ่งแสดงให้เห็นได้ว่าวัตถุเมื่อถูกเผาไหม้แล้วทวีน้ำหนักขึ้น

ทดลองด้วยวัตถุชะนิดอื่น ๆ อีก เช่นเอาแผ่นตะกั่วบาง ๆ เผาในเบ้าเช่นเดียวกับผงแมกนีเซียม แต่ต้องหมั่นกวนหรือเขี่ยผ้าที่ปิดผิวตอนหน้าเพื่อให้เนื้อโลหะถูกกับอากาศอยู่เสมอ จะเห็นว่าตะกั่วได้ทวีน้ำหนักขึ้นอีกเช่นเดียวกับผงแมกนีเซียมเหมือนกัน .

จากผลของการทดลองที่ได้กล่าวแล้วมานี้ การเผาไหม้มิได้ทำให้แมกนีเซียมและตะกั่วสูญหายไปไหนเลยยิ่งทวีน้ำหนักมากขึ้น ก็คือว่า

แมกนีเซียมและตะกั่วได้เข้าผะสมกับธาตุบางอย่างในอากาศ คือออค
ซิเจนนั้นเอง เกิดเป็นออคไซด์ของธาตุนั้น ๆ ขึ้น จึงได้ทวีน้ำหนัก
มากขึ้น

การไหม้ของวัตถุต้องอาศัยอากาศ

ให้เตรียมเบ้าเล็ก ๆ สัก ๒ ใบ ใบหนึ่งมีฝาบิดสนิท อีกใบหนึ่ง
ไม่ต้องมีฝาบิด แล้วเอาถ่านก้อนเล็ก ๆ ใส่ในเบ้าประมาณสักครึ่งเบ้า
ใบหนึ่งบิดฝาเสียให้สนิท เผาด้วยตะเกียงบุนเซนด้วยกันทั้งคู่ เผาจน
เบ้าร้อนแดงจัดประมาณ ๑๐-๑๕ นาที จะสังเกตเห็นได้ว่า ถ่านในเบ้า
ซึ่งไม่มีฝาบิดไหม้หมดไป เบ้าใบที่มีฝาบิดเอาออกจากไฟ ตั้งไว้จน
หายแดงแล้วเบิดฝาดูจะเห็นว่าถ่านมิได้ไหม้ไฟเลย การที่ไม่ไหม้เช่นนี้
ก็เพราะเหตุว่าอากาศเข้าไปช่วยในการเผาไหม้ไม่ได้ แสดงให้เห็นว่า
การไหม้ไฟของวัตถุต่าง ๆ ต้องอาศัยอากาศช่วยด้วยเสมอ

การไหม้ของวัตถุดูดอากาศบางส่วน

เอาคณโฑแก้วขนาดประมาณ ๒๐๐ ล.บ.ซ.ม. ใบหนึ่งเช็ดให้แห้ง
ที่ปากมีจุกยางและหลอดแก้วมีก๊อกสำหรับบิดได้สนิท เพื่อให้เชื่อว่า
อากาศเข้าออกไม่ได้จริง ๆ ลองดูดอากาศออกจากคณโฑแก้วด้วยปาก
แล้วบิดก๊อกไว้ ถ้าจุกยางนั้นบิดได้สนิทจริง ๆ เมื่อเบิดก๊อกจะได้ยิน
เสียงอากาศวิ่งผ่านรูหลอดแก้วเข้าไปในคณโฑแก้ว ทีนี้ให้เอาฟอส
ฟอรัสแห้ง ๆ ชิ้นเล็ก ๆ ใส่ลงไป บิดจุกให้สนิทอย่าให้อากาศเข้าได้
ลนไฟให้เปลวไฟถูกฉะเพาะชิ้นฟอสฟอรัสจนลุกเป็นไฟ เมื่อฟอสฟอรัส

หยุดไหม้ไฟแล้ว เบ็ดก็อกจะได้ยินเสียงอากาศวิ่งผ่านรูหลอดแก้วเช่นเดียวกับปากดูดเหมือนกัน ซึ่งแสดงว่าการไหม้ของวัตถุดูดบางส่วนของอากาศ

ท่านละวัวซิเยร์ได้ทำการทดลองแล้วเห็นว่า อากาศซึ่งวัตถุดูดไปบางส่วนขณะไหม้ไฟนั้นเบื้นออคซิเจน ธาตุออคซิเจนนี้จะได้กล่าวโดยละเอียดต่อไปในเรื่องออคซิเจน

การเผาไหม้เบื้นหลักเกณฑ์ที่สำคัญอย่างหนึ่งที่ช่วยให้เราพิจารณาในขั้นสูง ๆ ต่อไป เช่นเชื้อเพลิงต่าง ๆ ก็ได้อาศัยหลักนี้ เรือไฟ, รถไฟ, โรงสี, โรงไฟฟ้า ฯ ล ฯ ต้องมีปล่อง เครื่องยนต์ต่าง ๆ ต้องมีลั้นอากาศ การหลอมโลหะหรือถลุงแร่ต่าง ๆ ต้องใช้สูบหรือมีเครื่องเร่งลม ก็คือว่าต้องการอากาศให้เข้าผะสมกับเชื้อเพลิงต่าง ๆ เหล่านั้นให้พอเหมาะกับความต้องการ

ตัวอย่างที่จะชี้ให้เห็นง่าย ๆ ถึงเรื่องความต้องการอากาศในขณะวัตถุถูกเผาไหม้ มีความต้องการอากาศมากน้อยต่าง ๆ กัน เวลาจุดตะเกียงแอลกอฮอล์จะเห็นว่าไม่มีควัน เพราะแอลกอฮอล์ต้องการจำนวนออคซิเจนเพียงเล็กน้อยก็พอเหมาะกับการเผาไหม้แล้วจึงกลายเบื้นแกสต่าง ๆ ไปหมด ส่วนน้ำมันชะนิดอื่น ๆ เช่นเบนซินหรือน้ำมันก๊าศ ถ้าจุดอย่างตะเกียงแอลกอฮอลจะมีควันมาก ควันคืออาตุคาร์บอนที่แยกตัวออกจากน้ำมัน แสดงว่าออคซิเจนมีน้อยเบื้นการไม่พอเพียง ที่นี้หาหลอดมาใส่เบื้นการบังคับให้อากาศวิ่งออกได้ทางเดียว เพราะในหลอดร้อนเกิดเบื้นที่ว่างขึ้น อากาศรอบ ๆ นั้นจะวิ่งผ่านเปลวไฟเข้าแทนที่ว่างในหลอดและถ่ายเทกันเร็วยิ่งขึ้น จำนวนอากาศหรือออคซิเจนจึงมีมากขึ้นทำให้ไม่มี

ควัน นี่เป็นเครื่องแสดงถึงหลักในการสร้างปล่องเรือไฟ, รถไฟ, โรงสี ฯ ล ฯ นั่นเอง

อนึ่งการเผาไหม้ช่วยให้ธาตุต่าง ๆ เข้าผะสมกับออคซิเจนในอากาศ ทำให้ธาตุเหล่านั้นเกิดเป็นออคไซด์ขึ้น

ออคไซด์ (Oxide)

ตามที่ได้กล่าวมาแล้วในเรื่องการเผาไหม้ว่า ทำให้ธาตุเกิดเป็นออคไซด์ขึ้น ออคซิเจนนั้นเข้าผะสมกับธาตุต่าง ๆ ได้เกือบทั้งหมด ไม่ว่าจะเป็นธาตุชะนิดโลหะหรือชนิดอโลหะ เว้นแต่บางธาตุเท่านั้นที่ออคซิเจนเข้าผะสมเป็นสารประกอบด้วยไม่ได้เลย เช่น พลวรีน, ฮีเลียม, คริปตอน, นีออน, ซีนอน, และเข้าผะสมด้วยลักษณะธรรมดาไม่ได้เช่น ทองคำ, ทองคำขาว, ดังนั้นทองคำและทองคำขาวซึ่งอยู่ตามธรรมดาจึงไม่มัวดำ นอกจากการเผาไหม้แล้วออคซิเจนยังเข้าผะสมกับธาตุต่าง ๆ ในลักษณะธรรมดาได้ เช่นการเกิดสนิมของเหล็กหรือของโลหะชะนิดอื่น ๆ ทำให้เกิดเป็นออคไซด์ขึ้น

ออคไซด์ของอโลหะ

ถ้าเอากำมะถัน, คาร์บอน, ฟอสฟอรัส ฯ ล ฯ ซึ่งเป็นธาตุชะนิดอโลหะเผาไฟ จะเกิดเป็นออคไซด์ของธาตุเหล่านั้นขึ้น เมื่อเอาไปละลายในน้ำ แล้วเอาน้ำนั้นไปทดลองกับอินดิเกเตอร์ เช่นลิตมัสสีน้ำเงินหรือเมธิลออเรนจ์แสดงให้เห็นว่ามีคุณสมบัติเป็นกรด

ออคไซด์ของโลหะ

ถ้าเอาธาตุชะนิดโลหะเผาไฟ เช่นโซเดียม, โปแตสเซียม, เหล็ก, สังกะสี, ดีบุก, ฯลฯ จะเกิดเป็นออคไซด์ขึ้น ลองเอาออคไซด์เหล่านี้ไปละลายในน้ำ บางชะนิดก็ละลายบางชะนิดก็ไม่ละลาย ชะนิดซึ่งละลายในน้ำได้เช่น โซเดียมออคไซด์หรือโปแตสเซียมออคไซด์ เมื่อเอาน้ำที่ละลายออคไซด์แล้วนั้นไปทดลองกับอินดิเกเตอร์ดู เช่นลิตมัสสีแดงจะเปลี่ยนเป็นสีน้ำเงินหรือเฟนอลฟ์ธาลีน (ขาว) จะเปลี่ยนเป็นสีบานเย็น ซึ่งแสดงให้ทราบว่าเป็นด่างเป็นการตรงกันข้ามกับอโลหะ ส่วนออคไซด์ของโลหะบางชะนิดเช่นเหล็ก, สังกะสี, ดีบุก, ไม่ละลายในน้ำ เมื่อทดลองกับอินดิเกเตอร์แล้วเห็นว่าเป็นกลาง จากผลของการทดลองแสดงให้เห็นอย่างกว้าง ๆ ว่า ออคไซด์ของธาตุชะนิดโลหะและอโลหะมีคุณสมบัติไม่เหมือนกัน และแม้แต่ออคไซด์ของโลหะเองก็ยังแตกต่างกัน

ด้วยความแตกต่างแห่งลักษณะและสมบัติของออคไซด์ต่างๆ ดังที่กล่าวมาแล้วนี้ จึงแบ่งออคไซด์ชะนิดที่สำคัญๆออกได้เป็น ๔ [๑] ชะนิดคือ

๑ ออคไซด์กรด (Acidic oxide)

ออคไซด์ชะนิดนี้ได้แก่ออคไซด์ของธาตุอโลหะทุกชะนิด (เว้น

---

๑. จากตำราต่าง ๆ แบ่งไม่เหมือนกัน แบ่ง ๔ ชะนิดนี้จาก Inorganic Chemistry โดย Shenstone ที่เห็นว่าแบ่ง ๔ ชะนิดนี้เหมาะ ก็เพราะจะได้นำเอาไปเรียนในบทต่อ ๆ ไปเกี่ยวเนื่องกันดี.

แต่ออคไซด์ของไฮโดรเจน) หรือจะเป็นออคไซด์ของธาตุชะนิดใด ๆ ก็ตามเมื่อละลายน้ำแล้วเกิดเป็นกรดขึ้น เช่น ซัลเฟอร์ไดออคไซด์ (SO_2) ซัลเฟอร์ไตรออคไซด์ (SO_3) ฟอสฟอรัสเพนต๊อกไซด์ (P_2O_5) แมงกานิคออคไซด์ (Mn_2O_7) โครมิคไตรออคไซด์ (CrO_3) ฯ ล ฯ

เมื่อละลายในน้ำเกิดเป็นกรดขึ้นได้ คือ :-

ซัลฟอร์ไดออคไซด์	+	น้ำ	=	กรดซัลเฟอรัส
SO_2	+	H_2O	=	H_2SO_3
ซัลเฟอร์ไตรออคไซด์	+	น้ำ	=	กรดซัลเฟอริค
SO_3	+	H_2O	=	H_2SO_4
แมงกานิคออคไซด์	+	น้ำ	=	กรดเปอร์แมงกานิค
Mn_2O_7	+	H_2O	=	$H_2Mn_2O_8$
โครมิคไตรออคไซด์	+	น้ำ	=	กรดโครมิค
CrO_3	+	H_2O	=	H_2CrO_4

ส่วนการแบ่งชะนิดออคไซด์ของโลหะนั้น เพื่อเป็นทางลัณนิษฐาน หรือแยกชะนิด ใช้หลักจากปฏิกิริยาของออคไซด์กับกรด เพราะอาจเกิดการแตกต่างกันได้หลายอย่าง บางอย่างก็เกิดเกลือกับน้ำ เกิดเกลือกับไฮโดรเจนเปอร์ออคไซด์ เกิดเกลือ น้ำ และฮาโลเจนแยกออก เบื้องต้นนี้ ผู้ศึกษายังไม่จำเป็นจะสนใจกับเรื่องใหม่ ๆ นี้ เช่น เกลือ, น้ำ, ไฮโดรเจนเปอร์ออคไซด์, ฮาโลเจน ให้มากนัก ขั้นนี้เพียงแต่รู้จักชื่อไว้เพียงนี้ก่อน ส่วนหลักการณ์สำหรับพิจารณานั้น ดังต่อไปนี้

๒. ออคไซด์เบส (Basic oxide)

เบื้นออคไซด์ของโลหะทุกชะนิด ที่มีจำนวนของออคซิเจนผะสมอย่ด้วยเบื้นจำนวนต่ำ และเมื่อละลายในกรดเกิดเบื้น เกลือ และ น้ำ เช่น แคลเซียมออคไซด์ (CaO) สังกะสีออคไซด์ (ZnO) ทองแดงออคไซด์ (CuO), ปรอทออคไซด์ (HgO) ฯลฯ หลักสำหรับพิจารณาว่าเกิดเกลือกับน้ำเมื่อผะสมกับกรด ดังสมการต่อไปนี้

แคลเซียมออคไซด์	+	กรดไฮโดรคลอริค	=	แคลเซียมคลอไรด์	+	น้ำ
CaO	+	$2HCl$	=	$CaCl_2$	+	H_2O
สังกะสีออคไซด์	+	กรดไฮโดรคลอริค	=	สังกะสีคลอไรด์	+	น้ำ
ZnO	+	$2HCl$	=	$ZnCl_2$	+	H_2O

ตามสมการข้างบนนี้เห็นได้ว่า แคลเซียมคลอไรด์ และสังกะสีคลอไรด์เบื้นเกลือและมีน้ำแยกออกดังนั้นจึงจัดได้ว่าออคไซด์ทั้งสองชะนิดนั้นเบื้นออคไซด์ชะนิดเบส

๓. เปอร์ออคไซด์ (Peroxide)

คือออคไซด์ของโลหะทุกชะนิดเมื่อผะสมกับกรดแล้วเกิดเบื้น เกลือและ ไฮโดรเจนเปอร์ออคไซด์ เช่น บาเรียมเปอร์ออคไซด์ (BaO_2) โซเดียมเปอร์ออคไซด์ (Na_2O_2), แคลเซียม เปอร์ออคไซด์ (CaO_2) ฯลฯ หลักสำหรับพิจารณาเมื่อละลายในกรดแล้วเกิดเกลือและไฮโดรเจนเปอร์ออคไซด์ ดังสมการต่อไปนี้

บาเรียมเปอร์ออคไซด์ + กรดซัลเฟอริค = บาเรียมซัลเฟต + ไฮโดรเจนเปอร์ออคไซด์

$$BaO_2 + H_2SO_4 = BaSO_4 + H_2O_2$$

โซเดียมเปอร์ออคไซด์ + กรดไฮโดรคลอริค = โซเดียมคลอไรด์ + ไฮโดรเจนเปอร์ออคไซด์

$$Na_2O_2 + 2HCl = 2NaCl + H_2O_2$$

ตามสมการจะเห็นได้ว่าเกิดเบี้นเกลือและไฮโดรเจนเปอร์ออคไซด์ (H_2O_2) จึงจัดว่าออคไซด์ทั้งสองนั้นเบี้นชะนิดเปอร์ออคไซด์

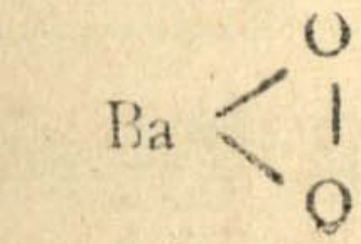
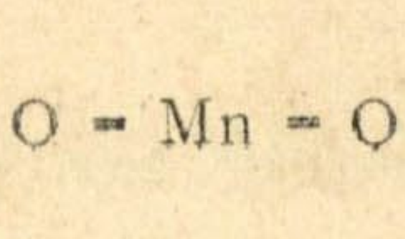
๔. ซูเปอร์ออคไซด์ (Superoxide)

คือออคไซด์ของโลหะทุกชะนิดเมื่อละลายในกรดแล้วเกิดเบี้น เกลือ น้ำ และมีธาตุอโลหะแยกตัวออกเบี้นอิสสระ (โดยมากได้แก่พวกฮาโลเจนมีคลอรีน ไอโอดีน โบรมีน และฟลัวรีน) เช่น แมงกานีสซูเปอร์ออคไซด์ (MnO_2) นิคเกิลซูเปอร์ออคไซด์ (Ni_2O_3) ดังสมการต่อไปนี้

แมงกานีสซูเปอร์ออคไซด์ + กรดไฮโดรคลอริค = แมงกานีสคลอไรด์ + น้ำ + คลอรีน

$$MnO_2 + {}_4HCl = MnCl_2 + 2H_2O + Cl_2$$

อาจสังเกตได้ว่าเปอร์ออคไซด์กับซูเปอร์ออคไซด์ มีลักษณะคล้ายคลึงกันมาก แต่ผิดกันที่การเกาะดังสูตรภาพต่อไปนี้

เปอร์ออคไซด์	ซูเปอร์ออคไซด์
	

คือพวกเปอร์ออคไซด์เกาะกันเป็นรูป ๓ เหลี่ยม ส่วนพวกซูเปอร์ออคไซด์เกาะกันเป็นแนวตรง

การที่จะจำแนก ออคไซด์ต่าง ให้เป็นการเด็ด ขาดลงไป ทีเดียว ว่าเป็นออคไซด์ชะนิดไหนแน่นอนทีเดียวนั้นไม่ได้ ถ้าจะใช้สำหรับเป็นหลักสำหรับพิจารณาก็ดังที่ได้กล่าวมาแล้ว แต่จะเป็นชะนิดไหนแน่นั้นย่อมแล้วแต่เหตุการณ์ เช่น ออคไซด์ของโลหะบางชะนิด CrO_3 และ Mn_2O_7 เมื่อละลายในน้ำเกิดเป็นกรดขึ้นจึงเป็นออคไซด์กรด เช่น PbO_2 เมื่อละลายในกรดไฮโดรคลอริคก็เป็นเปอร์ออคไซด์ แต่ถ้าละลายในกรดเอซีติคก็เป็นออคไซด์เบส หรือ เมื่อผะสมกับโปแตสเซียมไฮดรอกไซด์ก็เป็นออคไซด์กรด

บทที่ ๔

กรด, เบส, อนุมูล และเกลือ

กรด (Acid)

กรดเป็นสารประกอบของไฮโดรเจนกับปรมาณูหรือหมู่ปรมาณูของธาตุซึ่งเป็นอิเลคโตรเนกาติฟ คือเป็นสารประกอบของไฮโดรเจนกับอนุมูลของกรดนั้นเอง และไฮโดรเจนในสารประกอบของกรดนี้ต้องยอมให้โลหะเข้าแทนที่ได้ทั้งหมดหรือบางส่วน ถ้าสารประกอบซึ่งเข้าผะสมกับกรดนั้นเป็นเบสจะต้องได้เกลือกับน้ำ กรดทุกชะนิดมีรสเปรี้ยว จัดมีอำนาจกัดวัตถุต่างๆ ได้ และสามารถเปลี่ยนสีของอินดิเกเตอร์บางชะนิดได้ เช่นเปลี่ยนสีลิตมัสสีน้ำเงินเป็นสีแดง เมธิลออเรนจ์สีเหลืองเป็นสีแดง

ทฤษฎีที่เกิดกรดอันแท้จริงแล้วนับว่ามีทฤษฎีเดียวคือ ทฤษฎี ไฮดรีออน เพราะกรดทุกชะนิดต้องมีไฮโดรเจนอยู่ด้วยเสมอ แต่เพราะเหตุที่กรดซึ่งเกิดขึ้นนั้นอาจมีออคซิเจนผะสมอยู่ด้วยก็ได้ หรือมีเพียงไฮโดรเจนกับอโลหะเพียงสองอย่างเท่านั้นก็ได้ จึงแยกทฤษฎีไฮดรีออนออกเป็นทฤษฎี ได้ดังนี้คือ

ออคซิเจนทฤษฎี

ในทฤษฎีนี้ ได้แก่กรด ซึ่งเกิดขึ้นโดยออคไซด์กรดละลายในน้ำ

ดังนั้นในกรดชะนิดนี้จึงมีออคซิเจนเป็นส่วนประกอบอยู่ด้วยเสมอ ดังเช่น เอาคาร์บอนไดออคไซด์ (CO_2) ซัลเฟอร์ไตรออคไซด์ (SO_3) ฟอสฟอรัสเพนต๊อกไซด์ (P_2O_5) ฯลฯ ผะสมกับน้ำเกิดเป็นกรดขึ้น ดังสมการต่อไปนี้

คาร์บอนไดออคไซด์	+	น้ำ	=	กรดคาร์บอนิค
CO_2	+	H_2O	=	H_2CO_3
ซัลเฟอร์ไตรออคไซด์	+	น้ำ	=	กรดซัลเฟอริค
SO_3	+	H_2O	=	H_2SO_4
ฟอสฟอร์เพนต๊อคไซด์	+	น้ำ	=	กรดฟอสฟอริค
P_2O_5	+	$3H_2O$	=	$2H_3PO_4$

ตามสมการข้างบนนี้จะเห็นได้ว่ากรดซึ่งเกิดขึ้นนั้นมีออคซิเจนอยู่ด้วยเสมอ

ไอโดรเจนทฤษฎี

ในทฤษฎีนี้ได้แก่กรดซึ่งเกิดขึ้นจากไฮโดรเจนเข้าผะสมกับอโลหะ การเกิดอาจเป็นได้ ๒ ทาง คือ ไฮโดเจนผะสมเข้ากับอโลหะโดยตรงด้วยอำนาจแห่งการผะสมธาตุ หรือเกิดขึ้นโดยทางอ้อมจากการเปลี่ยนอนมล ดังเช่นสมการต่อไปนี้

ไฮโดรเจน	+	คลอรีน	=	กรดไฮโดรคลอริค
H_2	+	Cl_2	=	$2HCl$
ไฮโดรเจน	+	ไอโอดีน	=	กรดไฮดริโอดิค
H_2	+	I_2	=	$2HI$

โซเดี่ยมคลอไรด์	+	กรดซัลเฟอริค	=	กรดไฮโดร คลอริค	+	โซเดี่ยม ซัลเฟต
$2NaCl$	+	H_2SO_4	=	$2HCl$		Na_2SO_4

การจะเข้าผะสมกันและแทนที่กันอย่างไรบ้างนั้น จะได้อธิบายโดยละเอียดในเรื่องราวของโลหะเบื้นชะนิด ๆ ในตอนต่อไป

การเรี่ยกนามของกรด

กรดซึ่งเกิดขึ้นตามทฤษฎีที่กล่าวมาแล้วข้างต้น เห็นได้ว่ากรดบางชะนิดก็มีแต่ไฮโดรเจนกับอโลหะ และกรดบางชะนิดก็มีออคซิเจนผะสมอยู่ด้วย จึงแบ่งการเรียกนามของกรดต่าง ๆ ออกได้เบื้น ๒ พวก ดังนี้

กรดซึ่งไม่มีออคซิเจนผะสมอยู่ด้วยเลย คือ เบื้นกรดซึ่งมีแต่ไฮโดรเจนกับอโลหะเท่านั้น ให้เรียกชื่อกรดนั้นด้วยคำนำหน้าว่า "ไฮโดรเจน" และต่อไปด้วยนามของอโลหะนั้น แต่ต้องเปลี่ยนท้ายนามของอโลหะนั้นเบื้น _ide เช่น

HCl	เรียกว่า	ไฮโดรเจนคลอไรด์
HBr	,,	ไฮโดรเจนโบรไมด์
HF	,,	ไฮโดรเจนฟลัวไรด์
H_2S	,,	ไฮโดรเจนซัลไฟด์
HI	,, ,,	ไฮโดรเจนไอโอไดด์

หรือจะเรียกอีกอย่างหนึ่งก็ได้ โดยใช้คำนำหน้าเบื้น “Hydro-” แต่ต้องเปลี่ยนท้ายนามอโลหะนั้น เบื้น - ic เช่น

HCl	เรียกว่า	Hydro-chloric	Acid
HBr	”	Hydro-bromic	”
HF	”	Hydro-fluoric	”
H_2S	”	Hydro-sulphuric	”
HI	”	Hydriodic	”

การเรียกนามของกรดซึ่งมีออคซิเจนผะสมอยู่ด้วย แต่จำนวนปรมาณูของออคซิเจนไม่เท่ากันในกรดของอะโลหะชะนิดหนึ่งๆ เพื่อจะให้ทราบเบื้นอย่างๆ ไปว่าจำนวนออคซิเจนมีมากน้อยเพียงใดนั้น ให้ใช้หลักการเรียกนามดังต่อไปนี้

๑. ในชะนิดซึ่งมีจำนวนปรมาณูของออคซิเจนน้อยที่สุด ให้ใช้คำนำหน้านามว่า “Hypo-” (แปลว่าน้อย) เปลี่ยนท้ายนามอโลหะเบื้น Ous-

๒. ในชะนิดซึ่งมีจำนวนปรมาณูของออคซิเจนมากที่สุด ให้ใช้คำนำหน้านามว่า “Per-” เปลี่ยนท้ายนามอะโลหะเบื้น - Ic

๓. ในชะนิดจำนวนปรมาณูของออคซิเจนอยู่กลางๆ แต่ใกล้ข้างน้อย ไม่ต้องใช้คำนำว่า Hypo- หรือ Per- ให้เปลี่ยนท้ายนามของอโลหะเบื้น _ ous เท่านั้น

๔. จำนวนปรมาณูของออคซิเจนอยู่กลางๆ แต่ใกล้ข้างมากเช่นเดียวกันกับใกล้ข้างน้อย คือให้เปลี่ยนท้ายนามของอโลหะเบื้นเท่านั้น เช่น

$HClO$	เรียกว่า	Hypo-chlorous	Acid	(o น้อยที่สุด)
$HClO_2$	,,	Chlorous	,,	(o ใกล้ข้างน้อย)
$HClO_3$	,,	Chloric	,,	(o ใกล้ข้างมาก)
$HClO_4$	,,	Per-chloric	,,	(o มากที่สุด)
$HBrO$	,,	Hypo-bromous	,,	(o น้อยที่สุด)
$HBrO_2$	,,	Bromous	,,	(o ใกล้ข้างน้อย)
$HBrO_3$	,,	Bromic	,,	(o ใกล้ข้างมาก)
$HBrO_4$	,,	Per-bromic	,,	(o มากที่สุด)

แต่ถ้ากรดซึ่งเกิดขึ้นได้นั้นมีจำนวนปรมาณู ของออคซิเจนได้เพียง ๒ จำนวน การเรียกนามของกรดชะนิดนี้ ให้ใช้หลักตาม ๓ และ ๔ คือในจำนวนปรมาณูของออคซิเจนน้อย เปลี่ยนท้ายนามอโลหะเป็น ous และในจำนวนปรมาณูของออคซิเจนมาก เปลี่ยนท้ายนามของอโลหะเป็น ic เช่น

H_2SO_3	เรียก	Sulphurous Acid
H_2SO_4	,,	Sulphuric ,,

ตามซึ่งได้กล่าวมาแล้วนี้เป็นหลักในการเรียกชื่อเท่านั้น ไม่ใช่เป็นกฎเกณฑ์ซึ่งพอเห็นสูตร์แล้วจะเรียกนามนั้นได้ ผู้ที่จะรู้หน้าค่าตาของกรดต่างๆ ได้ดี ก็ต้องได้เรียนรู้เรื่องราวของธาตุเป็นอย่างๆ ไปเสียก่อน ว่าธาตุชะนิดหนึ่งเกิดกรดได้กี่อย่าง อย่างไหนเป็นอะไร หลักของการเรียกนามก็ใช้ตามที่ได้กล่าวมาแล้ว

เบส (Bases)

คำว่าเบสนี้กินความกว้างมากมีความหมายคลุมถึงด่าง (Alkali) ด้วย คือด่างก็เป็นเบสด้วยเหมือนกัน แต่มีคุณสมบัติอื่น ๆ โดยฉะเพาะดังจะได้อธิบายในตอนต่อไป คุณสมบัติของสสารซึ่งจัดว่าเป็นเบสได้นั้น รวมเป็นหลักที่สำคัญ ๆ ได้ดังต่อไปนี้

๑. สารประกอบทุกชะนิดซึ่งมีหมู่ไฮดร๊อกซิล (OH) ผะสมอยู่ด้วย และเมื่อสารประกอบนั้นเข้าผะสมกับกรดต้องเกิด เกลือ และ น้ำ จัดว่าวัตถุนั้นเป็นเบสได้ เช่น โซเดียมไฮดร๊อกไซด์ ($NaOH$), เฟอร์ริคไฮดร๊อกไซด์ ($Fe(OH)_3$), คิวปริคไฮดร๊อกไซด์ ($Cu(OH)_2$) แคลเซียมไฮดร๊อกไซด์ ($Ca(OH)_2$), แอมโมเนียมไฮดร๊อกไซด์ (NH_4OH)

๒. หรือสารประกอบ ซึ่งสามารถฆ่าฤทธิ์กรด (Neutralising) ให้เป็นกลางได้ และกลายเป็นเกลือกับน้ำ แต่สารประกอบนั้นต้องเปลี่ยนสีของอินดิเกเตอร์บางชะนิดได้ เช่น เปลี่ยนสีของลิตมัสแดงให้เป็นสีน้ำเงิน หรือเปลี่ยนสีของเฟนอลฟ์ธาลีน (ขาว) ให้เป็นสีบานเย็น

๓. สารประกอบของธาตุไนโตรเจน ซึ่งไนโตรเจนนั้นมี ๓ เวเลนซี เช่น $-CN$ และ NH_3 แต่สารประกอบนี้เมื่อเข้าผะสมกับธาตุ หรือสารประกอบชะนิดอื่นแล้ว ไนโตรเจนในสารประกอบนั้นต้องเปลี่ยนเป็น ๕ เวเลนซีจึงจะจัดว่าสารประกอบนั้นเป็นเบส

ด่าง (Alkalis)

ด่างเป็นเบสชะนิดมีหมู่ไฮดรอกซิล (OH) เป็นส่วนผสมอยู่ในสารประกอบนั้น แต่ต้องมีคุณสมบัติเป็นพิเศษ ดังต่อไปนี้

๑. สารประกอบชะนิดนี้ต้องละลายในน้ำได้
๒. มีรสฝาด
๓. กัดมือลื่น ๆ หรือกัดผิวหนังได้
๔. เปลี่ยนสีของอินดิเกเตอร์บางชะนิดได้เช่นเดียวกับเบส
๕. เมื่อผะสมกับกรดเกิดเป็นเกลือและน้ำ
๖. เมื่อผะสมกับ Fatty acid เกิดเป็นสะบู่ขึ้น
๗. คาร์บอเนตของธาตุที่เป็นด่างอย่างแรงละลายในน้ำได้ เช่น โซเดียมคาร์บอเนต (Na_2CO_3), โปแตสเซียมคาร์บอเนต (K_2CO_3) ซีเซียมคาร์บอเนต (Cs_2CO_3) ลิเธียมคาร์บอเนต (Li_2CO_3) ฯ

การเรียกนามของสารประกอบชะนิดนี้ เรียกท้ายนามของธาตุนั้นต่อไปด้วยคำว่า ไฮดรอกไซด์ หรือไฮเดรต ธาตุซึ่งผะสมกับหมู่ไฮดรอกซิลแล้วเกิดเป็นด่าง มีดังต่อไปนี้

Na OH	เรียกว่า	โซเดียมไฮดรอกไซด์	หรือ	ไฮเดรต
KOH	”	โปแตสเซียม	”	”	”
Li OH	”	ลิเธียม	”	”	”
Cs OH	”	ซีเซียม	”	”	”
Rb OH	”	รูบิเดียม	”	”	”
$Ca(OH)_2$	”	แคลเซียม	”	”	”
NH_4OH	”	แอมโมเนียม	”	”	”

อนุมูล (Radicles)

อนุมูลคือปรมาณูหรือหมู่ของปรมาณู ซึ่งเป็นอิเลคโตรเนกาติฟ เช่น Cl, I, F, Br, S, SO_3, SO_4, NO_3, CO_3, CrO_4, PO_4 ฯลฯ และจะอยู่เป็นอิสสระโดยลำพังตัวเองไม่ได้ จำเป็นจะต้องเกาะหรือรวมอยู่กับธาตุอื่น ๆ เสมอ หมู่ปรมาณูนี้เมื่อเข้าผะสมกับธาตุอย่างใดก็ตาม จะต้องรวมกันเป็นหมู่อยู่เช่นนั้น จะแยกออกจากกันไม่ได้ อนุมูลแบ่งออกได้เป็น ๒ ชะนิด คือ :—

๑. อนุมูลของเบส (Basic radicle)
๒. อนุมูลของกรด (Acid radicle)

อนุมูลของเบส

เบสชะนิดสารประกอบของหมู่ไฮดร๊อกซิล (OH) จะเห็นได้ว่าโลหะเกาะกับหมู่ OH เมื่อเราตัดโลหะออกเสียคงเหลือแต่ OH หมู่ OH นี้เราเรียกว่าอนุมูลของเบส เรียกว่าไฮดร๊อกไซด์ หรือไฮเดรต มีเวเลนซี ๑ เมื่อเข้าผะสมกับธาตุซึ่งมีเวเลนซีมากกว่า ก็ต้องทวีขึ้นไปจนเกาะกันได้พอดี หรือจนมีเวเลนซีเท่ากัน

ในตอนนี้จะขออธิบายการเรียกนามของโลหะเสียก่อน เพื่อประกอบกับการเรียกนามอนุมูล โลหะต่าง ๆ นั้นอาจมีเวเลนซีได้อย่างเดียว หรือในชะนิดหนึ่งมีเวเลนซีได้ ๒ อย่าง หรืออาจมีมากกว่า ๒ อย่างก็ได้ เพื่อจะได้เรียกนามโลหะได้ถูกต้องให้ใช้หลักเรียกนามดังต่อไปนี้

๑. โลหะซึ่งมีเวเลนซีได้เพียงอย่างเดียว จะเป็นหนึ่งอย่างเดียว, สองอย่างเดียว หรือสามอย่างเดียว ฯลฯ ก็ให้เรียกนามของธาตุนั้นตามปกติไม่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างใดเลย เช่น เงิน มีเวเลนซี ๑ อย่างเดียวเท่านั้นก็คงเรียกว่า Silver ตามปกติ หรือ บาเรียมมีเวเลนซี ๒ ได้อย่างเดียวก็คงเรียกว่า Barium หรือ อะลูมิเนียมมีเวเลนซี ๓ ได้อย่างเดียวก็เรียกว่า Alumiuium เฉย ๆ

๒. โลหะซึ่งมีเวเลนซีได้ ๒ อย่าง เช่นหนึ่งกับสอง สองกับสี่ หรือสามกับห้า ฯลฯ การเรียกนามของโลหะให้เปลี่ยนท้ายนามอย่างที่มีเวเลนซีน้อยเป็น - ous และอย่างที่มีเวเลนซีมากเป็น - ic เช่น ปรอทมีเวเลนซีได้ ๒ อย่าง คือ ๑ กับ ๒ อย่างเวเลนซี ๑ มีน้อยให้เรียกว่า Mercurous อย่างเวเลนซี ๒ มีมากให้เรียกว่า Mercuric ธาตุอื่น ๆ ก็เรียกเช่นเดียวกัน

๓. โลหะพวกที่มีมากกว่า ๒ อย่างขึ้นไปมิได้อยู่ในหลักเกณฑ์นี้ จะได้กล่าวในเรื่องบรรยายธาตุในตอนต่อไป

ที่นี้จะยกตัวอย่างโลหะเกาะกับอนุมูลของเบส เพื่อเป็นตัวอย่างในการเรียกนาม ดังต่อไปนี้

$NaOH$	เรียกว่า	โซเดียมไฮดร็อกไซด์
$Ba(OH)_2$	”	บาเรียม ” ”
$Al(OH)_3$	”	อะลูมิเนียม ” ”
$Fe(OH)_2$	”	เฟอร์รัส ” ”
$Fe(OH)_3$	”	เฟอร์ริค ” ”

อนุมูลของกรด

ปรมาณูหรือหมู่ปรมาณูอื่น ๆ นอกจากหมู่ OH ซึ่งได้กล่าวมาแล้ว จะสังเกตเห็นได้ว่าเมื่อเกาะกับไฮโดรเจนเราเรียกว่ากรด ดังนั้นอนุมูลของกรดก็เกิดจากกรดนั่นเอง คือ กรดทุกชะนิดเมื่อตัดไฮโดรเจนออกเสีย ที่เหลือนอกนั้นเรียกว่าอนุมูลของกรด เวเลนซีของอนุมูลของกรดมีเท่ากับจำนวนไฮโดรเจนที่ถูกตัดไป เช่น กรดไนตริค HNO_3 เมื่อตัด H ออกเสีย ๑ ตัว คงเหลือ NO_3 หมู่อนุมูลนี้ก็มีเวเลนซี ๑ หรือกรดฟอสฟอริค H_3PO_4 ถ้าตัด H ออกเสีย ๓ ตัวคงเหลือ PO_4 หมู่อนุมูลนี้ก็มี ๓ เวเลนซี

การเรียกนามอนุมูลของกรดแบ่งออกได้เป็น ๕ อย่าง คือ :—

๑. อนุมูลของกรดซึ่งไม่มีออคซิเจนผะสมอยู่ด้วยเลย หรือเป็นอนุมูลซึ่งมาจากกรดที่มีคำว่าไฮโดรเจนหรือไฮโดร – นำหน้า ให้เปลี่ยนท้ายนามของอโลหะนั้นเป็น -IDE

เช่น	NaCl	เรียกว่า	โซเดียมคลอไรด์
	HgBr	”	เมอร์คิวรัสโบรไมด์
	HgI_2	”	เมอร์คิวริคไอโอไดด์
	FeS	”	เฟอร์รัสซัลไฟด์

๒. อนุมูลของกรดซึ่งมีออคซิเจนผะสมอยู่ด้วยน้อยที่สุด หรือเป็นอนุมูลซึ่งมาจากกรดที่มีคำว่า Hypo– นำหน้า และท้ายนามของกรดนั้นเป็น – ous ให้เปลี่ยนท้ายนามของอโลหะนั้นเป็น – ITE ส่วน Hypo คงอยู่ตามเดิม

เช่น $KClO$ เรียกว่า โปแตสเซียมไฮโปคลอไรต์

$NaNO$ " โซเดียมไฮโปไนไตรต์

$CuBrO$ " คิวปรัสไฮโปโบรไมต์

$Cu(IO)_2$ " คิวปริคไฮโปไอโอไดต์

๓. อนุมูลของกรดซึ่งมีออคซิเจนผะสมอยู่ด้วยเป็นจำนวนใกล้ข้างน้อย หรือเป็นอนุมูลที่มาจากกรดซึ่งมีคำว่า -OUS อยู่ท้ายนาม ให้เปลี่ยนท้ายนามของอโลหะนั้นเป็น -ITE

เช่น $CaSO_3$ เรียกว่า แคลเซียมซัลไฟต์

$NaNO_2$ " โซเดียมไนไตรต์

$Sn(BrO_2)_2$ " สแตนนัสโบรไมต์

$Sn(PrO_2)_4$ " สแตนนิคโบรไมต์

๔. อนุมูลของกรดซึ่งมีจำนวนออคซิเจนผะสมอยู่ด้วยใกล้ข้างมาก หรือเป็นอนุมูลที่มาจากกรดซึ่งมีคำว่า -IC อยู่ท้าย ให้เปลี่ยนท้ายนามของอนุมูลนั้นเป็น -ATE

เช่น $AlPO_4$ เรียกว่า อะลูมิเนียมฟอสเฟต

$KClO_3$ " โปแตสเซียมคลอเรต

$AgNO_3$ " ซิลเวอร์ไนเตรต

๕. อนุมูล ของกรด ซึ่ง มีจำนวน ออคซิเจน ผะสมอยู่ ด้วย มากที่สุด หรือเป็นอนุมูลซึ่งมาจากกรดที่มีคำว่า Per- นำหน้า และท้ายนามเป็น -IC ให้เปลี่ยนท้ายนามของอโลหะนั้นเป็น -ATE ส่วนคำว่า Per- ยังคงอยู่ตามเดิม

เช่น $CsBrO_4$ เรียนว่า ซีเซียมเปอร์โบรเมต

$RbClO_4$ ” รูบิเดียมเปอร์คลอเรต

$AgIO_4$ ” ซิลเวอร์เปอร์ไอโอเดต

ในตารางต่อไปนี้เป็นอนุมูลของเบสและของกรดซึ่งจะได้พบบ่อยๆ ได้ให้การเรียกนามไว้ข้างหลังอนุมูลนั้น ๆ แล้ว

ตารางอนุมูล

เวเลนซี ๑ อีเลคโตรเนกาติฟ (–)	เวเลนซี ๑ อีเลคโตรเนกาติฟ (–)	เวเลนซี ๓ อีเลคโตรเนกาติฟ (–)
NO hyponitrite	Br bromide	PO_4 phosphate
NO_2 nitrite	BrO hypobromite	
NO_3 nitrate	BrO_2 bromite	AsO_4 arsenate
Cl chloride	BrO_3 bromate	
ClO hypochlorite	BrO_4 perbromate	
ClO_2 chlorite		
ClO_3 chlorate	เวเลนซี ๒ อีเลคโตรเนกาติฟ (–)	เวเลนซี ๔ อีเลคโตรเนกาติฟ (–)
ClO_4 perchlorate		
I iodide	S sulphide	P_2O_7 pyrophosphate
IO hypoiodite	SO_3 sulphite	
IO_2 iodite	SO_4 sulphate	
IO_3 iodate	CO_3 carbonate	
IO_4 periodate	SiO_3 silicate	
F fluoride	CrO_4 chromate	
CN cyanide	Cr_2O_7 dichromate	
OH hydroxide	MnO_4 manganate	

เกลือ (Salts)

เกลือเป็นสารประกอบของโลหะกับปรมาณู หรือ หมู่ปรณู ซึ่งเป็นอิเลคโตรเนกาติฟ หรือจะกล่าวอย่างกว้าง ๆ ว่า เกลือก็คือโลหะเข้าผะสมกับอนุมูลเกิดเป็นสารประกอบขึ้น สารประกอบนั้นเรียกว่าเกลือ

เช่นเอาสังกะสีละลายในกรดกำมะถัน เมื่อสังกะสีละลายหมดแล้วต้มให้น้ำระเหยจนแห้ง จะพบวัตถุอย่างหนึ่งมีสีขาว ๆ อย่างเกลือธรรมดาที่เราใช้รับประทานเหลืออยู่ วัตถุที่เราพบนี้ก็คือสังกะสีซัลเฟตเบื้นเกลือชะนิดหนึ่ง หรือเมื่อเอาด่างผะสมกับกรดแล้วต้มให้น้ำระเหยจนแห้งก็จะพบเกลือเช่นเดียวกันกับเอาโลหะผะสมกับกรด เกลือมีลักษณะและสมบัติต่าง ๆ กัน มีสีต่าง ๆ เช่น ขาว, เขียว, เหลือง, แดง ฯ ล ฯ แล้วแต่คุณสมบัติของโลหะซึ่งเข้าผะสมกับอนุมูลเบื้นอย่าง ๆ ไป

เกลือเกิดขึ้นได้ ดังนี้ :-

๑. เกิดจากธาตุ ๒ ชะนิดเข้าผะสมกันโดยตรง เช่น

โซเดียม		คลอรีน	=	โซเดียมคลอไรด์
$2\,Na$	+	Cl_2	=	$2\,NaCl$
โปแตสเซียม		ไอโอดีน	=	โปแตสเซียมไอโอไดด์
$2\,K$	+	I_2	=	$2\,KI$

๒. เกิดจากโลหะเข้าแทนที่ไฮโดรเจนในกรด เช่น

ดีบุก + กรดไฮโดรคลอริค = ดีบุกคลอไรด์ + ไฮโดรเจน

$Sn + 2HCl = SnCl_2 + H_2$

เหล็ก + กรดกำมะถัน = เหล็กซัลเฟต + ไฮโดรเจน

$Fe + H_2SO_4 = FeSO_4 + H_2$

๓. เกิดจากกรดและเบสเข้าผะสมกัน เช่น

กรดกำมะถัน + โซเดียมไฮดร๊อคไซด์ = โซเดียมซัลเฟต + น้ำ

$H_2SO_4 + 2NaOH = Na_2SO_4 + H_2O$

กรดไนตริค + แอมโมเนียมไฮดร๊อคไซด์ = แอมโมเนียมไนเตรต + น้ำ

$HNO_3 + NH_4OH = NH_4NO_3 + H_2O$

เกลือต่าง ๆ แบ่งออกได้เป็น ๓ ชะนิด คือ :—

๑. เกลือกรด (Acid salt)

๒. เกลือเบส (Basic salt)

๓. เกลือปกติ (Normal salt)

เกลือกรด

เกลือชะนิดนี้ เกิดจากโลหะ เข้าแทนที่ไฮโดรเจนใน กรด ไม่หมด คือเป็นเกลือชะนิดที่ยังมีไฮโดรเจนเหลืออยู่ จะเกิดขึ้นได้แต่ฉะเพาะกรดซึ่งมีเวเลนซีตั้งแต่ ๒ ขึ้นไป ดังเช่นสมการต่อไปนี้ :—

$$H_2SO_4 + NaOH = NaHSO_4 + H_2O$$

$$H_3PO_4 + KOH = KH_2PO_4 + H_2O$$

$$H_2CO_3 + NH_4OH = NH_4HCO_3 + H_2O$$

การเรียกชื่อของเกลือชะนิดนี้แบ่งเรียกตามเวเลนซีของกรด สำหรับอนุมูลของกรดชะนิด ๒ เวเลนซีให้ใช้คำว่า Bi – นำหน้านามอนุมูลของกรด ส่วนการเรียกนามของโลหะก็ดังที่ได้กล่าวมาแล้วในตอนต้น

เช่น $NaHSO_4$ เรียกว่า โซเดียมไบซัลเฟต

$NaHSO_3$ ” โซเดียมไบซัลไฟต์

NH_4HCO_3 ” แอมโมเนียมไบคาร์บอเนต

ส่วนกรดซึ่งมีตั้งแต่ ๓ เวเลนซีขึ้นไป การเรียกนามของโลหะและของอนุมูลก็เช่นเดียวกับที่ได้กล่าวมาแล้วในเรื่องอนุมูล แต่ต้องเรียกต่อไปเพื่อให้ทราบว่าโลหะเข้ามาผะสมด้วยเย็นจำนวนเท่าใด ถ้าเข้ามาผะสม ๑ ปรมาณูให้ใช้คำว่า mono-basic ๒ ปรมาณู dibasic ๓ ปรมาณู tri-basic ฯ ล ฯ ต่อท้ายนามนั้นลงไปด้วย

เช่น KH_2PO_4 เรียกว่า โปแตสเซียมฟอสเฟตโมโนเบซิค

Na_2HPO_4 ” โซเดียมฟอสเฟตไดเบซิค

$(NH_4)_2HPO_4$ ” แอมโมเนียมฟอสเฟตไดเบซิค

หรือจะเรียกนามของเกลือกรดตามที่กล่าวมาแล้วนี้อีกวิธีหนึ่งก็ได้ โดยบอกจำนวนปรมาณูของโลหะและของไฮโดรเจนให้ทราบโดยตรง ส่วนนามของอนุมูลคงเรียกตามเดิม.

เช่น KH_2PO_4 เรียกว่า โมโนโปแตสเซียมไดไฮโดรเจนฟอสเฟต

Na_2HPO_4 „ ไดโซเดียมโมโนไฮโดรเจนฟอสเฟต

$(NH_4)_2HPO_4$ „ ไดเอมโมเนียมโมโนไฮโดรเจนฟอสเฟต

เกลือเบส

ได้กล่าวมาแล้วว่าโลหะเข้าแทนที่ไฮโดรเจนในกรดไม่หมดเรียกว่าเกลือกรด แต่เกลือเบสนี้เป็นการตรงกันข้าม คือเป็นเกลือที่อนุมูลของเบสเข้าแทนที่อนุมูลของกรดไม่หมด หรือจะพูดอีกอย่างหนึ่งว่าเกลือใดๆ ก็ดี ถ้ามีอนุมูลทั้งกรดและเบส เรียกเกลือชะนิดนั้นว่าเป็นเกลือเบสเกิดขึ้นได้ ดังสมการต่อไปนี้ :—

บิสมัธไนเตรต + โซเดียมไฮดรอกไซด์ = บิสมัธซับไนเตรต + โซเดียมไนเตรต

$$Bi(NO_3)_3 + 2NaOH = Bi(OH)_2NO_3 + 2NaNO_3$$

การเรียกชื่อของเกลือชะนิดนี้ ให้ใช้คำว่า Sub หรือคำว่า Basic นำหน้านามอนุมูลของกรด เช่น $Bi(HO)_2NO_3$ เรียกว่า บิสมัธซับไนเตรต หรือ บิสมัธเบซิคไนเตรตก็ได้

เกลือปกติ

คือเป็นเกลือชะนิดที่โลหะเข้าแทนที่ไฮโดรเจนในกรดจนหมด หรือเป็นเกลือสมบูรณ์ซึ่งโลหะและอนุมูลเข้าผะสมกันตามเวเลนซี หรือเป็นเกลือ นอกจากเกลือกรดและเกลือเบสดังที่ได้กล่าวแล้ว เกลือชะนิดนั้นเป็นเกลือปกติ การเรียกนามของเกลือชะนิดนี้ก็ดังที่ได้อธิบายมาแล้วในเรื่องอนุมูล

นามของกรด		นามอนุมูลของเกลือปกติ
Hydro——ic	เป็น	——ide
Hypo——ous	”	Hypo——ite
——ous	”	——ite
——ic	”	——ate
Per——ic	”	Per——ate

เช่น	KBr	เรียกว่าโปแตสเซียม	โบรไมด์
	$KBrO$	”	”	ไฮโปโบรไมต์
	$KBrO_2$	”	”	โบรไมต์
	$KBrO_3$	”	”	โบรเมต
	$KBrO_4$	”	”	เปอร์โบรเมต

เวเลนซี ๖ { + Cr, Mn, Mo, Ru, W, U.
– *Se*, *S*, Te.

เวเลนซี ๗ { + Mn
–

เวเลนซี ๘ { + Os
–

การเติมและลดออคซิเจน

(Oxidation & Reduction)

การเติมออคซิเจน

การเติมออคซิเจนนั้นกล่าวอย่างง่าย ๆ และเป็นการเข้าใจกันอย่างธรรมดาทั่ว ๆ ไปว่า ธาตุหรือวัตถุอย่างใดก็ตาม ผะสมกับออคซิเจนเรียกอาการนั้นว่าการเติมออคซิเจน อาการเช่นนี้ก็คือว่า ธาตุหรือวัตถุนั้นได้เพิ่มปริมาณไฟฟ้าบวกขึ้นนั่นเอง เช่น เอาเฟอร์รัสออคไซด์ (FeO) เผาไฟ ออคซิเจนในอากาศจะเข้าผะสมทำให้กลายเป็นเฟอร์ริคออคไซด์ (Fe_2O_3) อาการเช่นนี้เรียกว่าการเติมออคซิเจนดังสมการนี้

$$4FeO + O_2 = 2Fe_2O_3$$

การเติมออคซิเจนนี้ มิได้หมายถึงการที่ธาตุและวัตถุเข้าผะสมกับออคซิเจนแต่อย่างเดียว ย่อมหมายถึงอาการเพิ่มปริมาณไฟฟ้าบวก

ดังนั้นการเติมออคซิเจนอาจเป็นในลักษณะอื่น ๆ อีกก็ได้ เช่นเอาคลอรีนผ่านลงในน้ำยาของเฟอร์รัสคลอไรด์ คลอรีนจะเข้าผะสมกับเฟอร์รัสคลอไรด์ ทำให้เกิดเป็นเฟอร์ริคคลอไรด์ขึ้น อาการเช่นนี้ก็เรียกว่าเป็นการเติมออคซิเจนเหมือนกัน

$$2\,FeCl_2 + Cl_2 = 2\,FeCl_3$$

รวมกล่าวอย่างย่อ ๆ ได้ว่า อาการต่อไปนี้ เป็นการเติมออคซิเจนคือ :—

๑. การที่ธาตุหรือวัตถุเข้าผะสมกับออคซิเจน

๒. การที่ธาตุหรือวัตถุได้รับอนุมูลของกรดหรือทวีอนุมูลของกรดมากขึ้น คือทวีเวเลนซีมากขึ้นนั่นเอง

๓. การที่สารประกอบเสียไฮโดรเจนไปจากสารประกอบนั้น เช่นเมธีลแอลกอฮอล์ (CH_3OH) เสียไฮโดรเจนไปกลายเป็นแอลดีไฮด์ ($HCHO$) ก็เป็นการเติมออคซิเจนเหมือนกัน

การลดออคซิเจน

การลดออคซิเจนนั้นเป็นการตรงกันข้ามกับการเติมออคซิเจน คืออาการที่วัตถุอย่างใดถูกกระทำให้คายหรือเสียออคซิเจนไป การเสียหรือลดอนุมูลของกรด หรือไฮโดรเจนเข้าผะสมกับสารประกอบนั้นเป็นอาการของการลดออคซิเจนทั้งสิ้น ดังเช่นสมการต่อไปนี้ .–

[1] $CuO + H_2 = Cu + H_2O$

[2] $2\,FeCl_3 + H_2 = 2\,FeCl_2 + 2\,HCl$

[3] $C_2H_4 + H_2 \Rightarrow C_2H_6$

บทที่ ๕

โปรตอน, อีเลคตรอน. การเติม และลด ออคซิเจน การลำดับอำนาจไฟฟ้า

ทฤษฎีอีเลคตรอนของสสาร (Electron theory of Matter)

ปรมาณูของธาตุต่าง ๆ นั้น ย่อมประกอบด้วยเม็ดหรือละอองไฟฟ้าเย็นอันมาก ในปรมาณูหนึ่ง ๆ มีต่างกันเย็น ๒ พวก พวกหนึ่งเรียกว่าโปรตอน อีกพวกหนึ่งเรียกว่าอีเลคตรอน ในสสารตามปกติจะมีจำนวนเท่ากันพอดีหรือเย็นกลาง (neutral)

โปรตอนเย็นไฟฟ้าประจำตายตัว เราไม่สามารถจะทำให้เคลื่อนที่ออกจากปรมาณูได้ ด้วยเหตุนี้โปรตอนจึงเย็นสิ่งจำกัดน้ำหนัก, ชะนิดของเนื้อธาตุ, ลักษณะและคุณสมบัติอื่น ๆ อีกทั่ว ๆ ไป ถ้ามนุษย์เราสามารถเพิ่มหรือลดจำนวนโปรตอนในปรมาณูของธาตุได้แล้ว มนุษย์เราก็สามารถแปรธาตุได้เมื่อนั้น คืออาจทำให้ธาตุชะนิดหนึ่งเปลี่ยนเย็นธาตุอีกชะนิดหนึ่งได้ เช่นทำเงินให้เย็นทองคำ, เหล็กเย็นทองแดง หรือจะทำให้ธาตุอะไรเย็นธาตุอะไรก็ได้ตามชอบใจ

ส่วนอีเลคตรอนนั้นแสดงฐานะเรื่องอำนาจไฟฟ้า และอาจเพิ่มหรือลดลงได้ คืออีเลคตรอนอาจบรรจุหรือเคลื่อนออกจากปรมาณูได้ ตามปกติสสารต่าง ๆ ที่ไม่แสดงอำนาจไฟฟ้า ก็เพราะมีโปรตอนกับอีเลคตรอนเท่ากัน เราเรียกว่าเย็นกลาง แต่เมื่อบรรจุอีเลคตรอนไห้มากขึ้น

ปรมาณูนั้นก็แสดงฐานะมีอำนาจเป็นไฟฟ้าลบ (—) และเมื่ออีเลคตรอนเคลื่อนออกจากปรมาณูหรือลดน้อยลงโปรตอนก็เด่นขึ้น ปรมาณูนั้นก็แสดงฐานะมีอำนาจเป็นไฟฟ้าบวก (+)

ในตารางต่อไปนี้ เครื่องหมายบวกและลบแสดงอำนาจไฟฟ้าประจำธาตุเป็นชะนิด ๆ ไป ธาตุซึ่งอยู่ทางเครื่องหมายบวกนั้นเรียกว่าโลหะ ซึ่งในทฤษฎีนี้ปรมาณูนั้นมีคุณสมบัติในอันที่จะยอมปล่อย อิเลคตรอนออกดังต่อไปนี้ :—

เวเลนซี ๑	+	Cs, Cu, Au, H, Li, Hg, K, Rb, Ag, Na, Tl, NH_4 (in ammonia)
	−	Br, Cl, F, I
เวเลนซี ๒	+	Be, Ba, Cd, Ca, Cr, Co, Ca, Fe, Pb, Mg, Mn, Hg' Ni, Os, Pb, Pt, Ra, Sr, Sn, Zn, Cu
	−	C, O, *S*e, *S*, Te.
เวเลนซี ๓	+	Al, *S*b, Bi, Ce, Cr, Co, Cb, Dy, Er, Eu, Gd, Ga, Au, Ho, In, Ir, Fe, La, Lu, Mo, Nd, Ni, Os, Pr, Rh, Ru, *S*a, *S*c, Tb, Tl, Tm, Ti, V, Yb, Y.
	−	As, B, N, P.
เวเลนซี ๔	+	Ce, Ge, Hf, Ir, Pb, Mn, Mo, Os, Pd, Pt, Ru, Th, *S*n, Ti, U, Zr.
	−	C, *S*e, *S*i, *S*, Te.
เวเลนซี ๕	+	*S*b, Bi, Cb, V, Ta.
	−	As, N, P.

ในสมการ ๑ คิวปริคออคไซด์ ซึ่งเผาร้อน แล้วให้แกสไฮโดรเจนผ่าน จะได้ทองแดงและน้ำ การที่ทองแดงเสียออคซิเจนไปนั้นเป็นการลดออคซิเจน และในสมการ ๒ เฟอร์ริคคลอไรด์ ถูกกระทำให้เสียอนุมูลของกรดไป่ คือแต่เดิมมี ๓ แล้วลดลงเหลือ ๒ คือลดเวเลนซี่น้อยลงนั่นเอง และในสมการ ๓ เอธิลีน (C_2H_4) เข้าผะสมกับไฮโดรเจนกลายเป็นเอทเธน (C_2H_6) ก็เป็นการลดออคซิเจนเหมือนกัน

อนึ่ง สารประกอบซึ่งมีออคซิเจน เป็นส่วนประกอบอยู่ด้วย และออคซิเจนนั้น แยกไปเข้าผะสมกับ ธาตุ หรือ วัตถุ อย่างใด ๆ ได้โดยง่าย สารประกอบชะนิดนั้นเรียกว่า Oxidiser หรือ Oxidising agent สารประกอบชะนิดนี้ได้แก่พวก คลอเรต ($-ClO_3$), ไนเตรต ($-NO_3$) โครเมต ($-CrO_4$) เปอร์แมงกาเนต ($-Mn_2O_8$) และไฮโดรเจนเปอร์ออคไซด์ (H_2O_2) ฯ ล ฯ

สารประกอบหรือธาตุอย่างใดก็ดี เมื่อเป็นตัวกระทำให้สารประกอบหรือวัตถุเกิดอาการลดออคซิเจน ธาตุหรือสารประกอบนั้นเรียกว่า Reducer หรือ Reducing agent เช่นไฮโดรเจน, ไฮโดรเจนซัลไฟด์ (H_2S) และธาตุตามลำดับอำนาจไฟฟ้าในตอนต่อไปนี้

ลำดับอำนาจไฟฟ้าของธาตุ

(Electromotive Serries of Element)

ตามธรรมชาติ ธาตุต่าง ๆ มีอำนาจไฟฟ้าประจำตัว สำหรับแย่งอิเลคตรอนซึ่งกันและกันได้ต่าง ๆ กันเป็นลำดับ คือ ธาตุอย่างหนึ่งเสีย

อิเลคตรอนหรือเพิ่มอิเลคตรอนให้กับอีกธาตุหนึ่ง โดยปกติธาตุซึ่งไม่แสดงอำนาจไฟฟ้าหรือเป็นกลางมีโปรตอนกับอิเลคตรอนเท่ากัน เมื่ออิเลคตรอนพร่องไปก็จำเป็นจะต้องเกาะเกี่ยวกับสิ่งหนึ่งสิ่งใดให้เป็นกลางจนได้ เช่นทองแดงเมื่ออยู่ตามปกติเป็นกลางเขียนเป็น $Cu^{\cdot}$ ถ้าทองแดงนั้นเสียอิเลคตรอนไป เขียนเป็น $Cu^{\cdot\cdot}$ คือแสดงโปรตอนเด่นขึ้น เมื่อเป็นเช่นนี้จะอยู่โดยลำพังไม่ได้ จำเป็นต้องเข้าผะสมกับธาตุซึ่งมีอิเลคตรอนเด่นพอเหมาะกัน และเช่น SO_4^{--} อิเลคตรอนเด่นขึ้นจะอยู่โดยลำพังไม่ได้เช่นเดียวกัน เมื่อเป็นเช่นนี้จะเข้าเกาะกันได้กลายเป็นกลางพอดี

$$Cu^{\cdot\cdot} + SO_4^{--} = Cu^{\cdot\cdot}\,SO_4^{--}$$

REDUCTION

Caesium
Rubidium
Potassium
Sodium
Barium
Calcium
Magnesium
Aluminium
Manganese
Zinc
Cadmium
Thallium
Iron
Cobalt
Nickel
Tin
Lead

Hydrogen
Stibium
Bismuth
Arsenic
Copper
Mercury
Silver
Palladium
Platinum
Gold

OXIDATION

แต่เพราะเหตุว่าอำนาจไฟฟ้าของธาตุต่างๆ ไม่เหมือนกัน สามารถเพิ่มหรือลดอิเลคตรอนกันได้ ดังนั้นถ้าเราเอาธาตุอย่างหนึ่งผะสมกับสารประกอบอีกอย่างหนึ่ง. ธาตุและสารประกอบนั้นเพิ่มอิเลคตรอนให้แก่กันเสมอไป เช่น เอาผงตะใบเหล็ก หรือเหล็กชิ้นเล็กๆใส่ในน้ำยาของทองแดงซัลเฟตคร่ำหนึ่ง (ต้องใส่เหล็กให้มากพอ ถ้าน้อยไปสีจะไม่หาย) จะเห็นว่าสีน้ำเงินนั้นหายไป และมีผงดำแดงตกเบื้นตะกอนอยู่ก้นภาชนะนั้น ที่เบื้นเช่นนี้ แสดงว่าเหล็กได้ละลายกลายเบื้นเหล็กซัลเฟต และทองแดงแยกตัวออกเบื้นอิสสระ

$$Fe^{\circ} + Cu^{++}\bar{S}O_4^{--} = Cu^{\circ} + Fe^{++}\bar{S}O_4^{--}$$

คือชั้นเดิมเหล็กเบื้นกลาง Fe° และทองแดงมีโปรตอนเด่นเบื้น Cu^{++} แต่ Fe° ต้องเสียหรือบ้อนอิเลคตรอนให้แก่ Cu^{++} จึงกลายเบื้น Cu° และ Fe^{++} ไป ซึ่ง Fe^{++} จะอยู่โดยลำพังไม่ได้ จึงเข้าเกาะกับ $\bar{S}O_4^{--}$ เกิดเบื้น $Fe^{++}\bar{S}O_4^{--}$

หรือเมื่อเอาน้ำยาของเมอร์คิวริคคลอไรด์ผะสมกับน้ำยาของสแตนนัสคลอไรด์ ดีบุกบ้อนอิเลคตรอนให้กับปรอทซึ่งเดิมเบื้น Hg^{++} จึงกลายเบื้น Hg° ซึ่งแยกตัวออกเบื้นอิสสระ

$$Hg^{++}\bar{C}l_2^{-} + Sn^{++}\bar{C}l_2^{-} = Hg^{\circ} + Sn^{++++}\bar{C}l_4^{----}$$

จากผลของการทดลองระหว่างธาตุต่างๆ ลำดับอำนาจไฟฟ้าได้ตามรายชื่อที่ได้ให้ไว้แล้วนี้ ธาตุที่อยู่บนเพิ่มอิเลคตรอนให้กับธาตุที่อยู่ล่างเสมอไป ถ้าอยู่ห่างกันก็สามารถบ้อนอิเลคตรอนได้ไวมาก ถ้าอยู่ใกล้กันก็บ้อนอิเลคตรอนได้ช้าเข้า ถ้าจะกล่าวในทางเติมและลดออคซิเจนแล้ว ธาตุที่อยู่บนลดออคซิเจนของธาตุที่อยู่ล่าง และธาตุที่อยู่ล่างเติมออคซิเจนให้กับธาตุที่อยู่

บทที่ ๖

สมการเคมี (Chemical Equation)

สมการเคมี คือการเอาสัญญลักขณ์ของธาตุหรือสารประกอบบวกหรือลบกันเพื่อให้ทราบการแปรธาตุในทางทฤษฎี เช่นเดียวกับเราใช้ตัวอักษรแทนจำนวนเลข แล้วบวกลบกันเขียนเป็นสมการดังในวิชาพิชคณิต แต่ขอให้พึงเข้าใจว่าค่าของสัญญลักขณ์ในสมการเคมีนั้นมีค่าตายตัวตามจำนวนน้ำหนักปรมาณู ด้วยเหตุนี้สมการเคมีจึงไม่เพียงแต่แสดงการแปรธาตุอย่างเดียว ยังแสดงถึงส่วนสัดต่าง ๆ ซึ่งเราอาจคำนวณได้ว่าธาตุหรือสารประกอบเท่านั้นเท่านี้ส่วน เมื่อเข้าผะสมกันแล้วจะได้อะไรเท่าใดส่วนได้ด้วย ถึงอย่างไรก็ดี สสารต่าง ๆ เมื่อผะสมกันหรือแยกออกจากกันอาจจะไม่เกิดในทำนองเดียวกันเสมอไป สุดแล้วแต่ลักษณะและสมบัติของธาตุ ควรระลึกไว้เสมอว่าวิชานี้เป็นวิชาที่ค้นคว้าความจริง หรือได้มาจากของจริง ๆ ฉะนั้น เมื่อในทางปฏิบัติเกิดขึ้นอย่างไร สมการในทางทฤษฎีก็ต้องเปลี่ยนเข้าหาเพื่อให้ตรงกับทางปฏิบัตินั้นด้วย ทฤษฎีของสมการเคมีซึ่งจะกล่าวต่อไปนี้จึงเป็นการยากที่จะวางหลักเกณฑ์ให้ตายตัวแน่นอนลงไปว่า ในลักษณะอย่างนี้จะต้องเกิดอย่างนั้น หรือในลักษณะอย่างนั้นจะต้องเกิดอย่างนี้ ในเบื้องต้นนี้ต้องอาศัยบทเรียนในตอนต้นเป็นหลักสำคัญไว้ขั้นหนึ่งก่อน

หลักเกณฑ์ตามที่จะกล่าวต่อไปนี้ก็เพียงเป็นทางสำเหนียกเพื่อให้แคบเข้าเท่านั้น ยังมีชะนิดที่นอกเหนือเป็นพิเศษอีกบ้าง ซึ่งจะต้องอาศัยการท่องจำเป็นพิเศษดุจเดียวกัน

สมการเคมีชะนิดธรรมดาในตอนต้นนี้ แบ่งออกเป็นประเภทใหญ่ ๆ ได้ ๓ ประเภท คือ :-

๑. ประเภทแทนที่กัน (Replacement type)

๒. ประเภทฆ่าฤทธิ์กัน (Neutralisation type)

๓. ประเภทเปลี่ยนปริมาณไฟฟ้า (Oxidation and Reduction type)

ประเภทแทนที่กัน

สมการ ประเภทนี้ได้แก่การ ที่สารประกอบ ๒ ชะนิด เปลี่ยนอนุมูลซึ่งกันและกันจับค่ กันใหม่ เช่น: —

ซิลเวอร์ไนเตรต		โซเดียมคลอไรด์		ซิเวอร์คลอไรด์		โซเดียมไนเตรต
$AgNO_3$	+	$NaCl$	=	$AgCl$	+	$NaNO_3$
บาเรียมคลอไรด์		โปแตสเซียมซัลเฟต		บาเรียมซัลเฟต		โปแตสเซียมคลอไรด์
$BaCl_2$	+	K_2SO_4	=	$BaSO_4$	+	$2KCl$
เมอร์คิวริคไนเตรต		โซเดียมซัลไฟด์		เมอร์คิวริคซัลไฟด์		โซเดียมไนเตรต
$Hg(NO_3)_2$	+	Na_2S	=	HgS	+	$2NaNO_3$
สังกะสีซัลเฟต		โซเดียมคาร์บอเนต		สังกะสีคาร์บอเนต		โซเดียมซัลเฟต
$ZnSO_4$	+	Na_2CO_3	=	$ZnCO_3$	+	Na_2SO_4

ประเภทฆ่าฤทธิ์กัน

ในเรื่องกรด และเบสหรือด่างได้เคยเรียนมาแล้ว ถ้าทราบอยู่ว่าอะไรเป็นกรด อะไรเป็นเบสแล้ว จะเขียนสมการได้ทันที คือ กรดและเบสเข้าผะสมธาตุกันจะเกิดเป็นเกลือและน้ำ

กรด + เบส - เกลือ + น้ำ

เช่น :-

กรดไนตริก โซเดียมไฮดร๊อคไซด์ โซเดียมไนเตรต น้ำ

$HNO_3 + NaOH = NaNO_3 + H_2O$

กรดไฮโดรคลอริค โปรแตสเซียมไฮดร๊อคไซด์ โปรแตสเซียมคลอไรด์ น้ำ

$HCl + KOH = KCl + H_2O$

กรดซัลเฟอริค แอมโมเนียมไฮดร๊อคไซด์ แอมโมเนียมซัลเฟต น้ำ

$H_2SO_4 + 2NH_4OH = (NH_4)_2SO_4 + 2H_2O$

กรดฟอสฟอริค ลิทเธียมไฮดร๊อคไซด์ ลิทเธียมฟอสเฟต น้ำ

$H_3PO_4 + 3LiOH = Li_3PO_4 + 3H_2O$

ประเภทเปลี่ยนปริมาณไฟฟ้า

ประเภทนี้ได้แก่การที่ สารประกอบ สองชะนิด เข้าผะสมธาตุกันอนุมูลในสารประกอบอย่างหนึ่ง ถูกสารประกอบ อีกชะนิดหนึ่ง แย่งเอาไปเสีย จึงแยกตัวออกเป็นอิสระ หรือสารประกอบกับธาตุ ผะสมกัน สารประกอบนั้นถูกธาตุแย่งอนุมูลไปเสียหมด การที่จะทราบว่าธาตุอย่างใดแย่งหรือเพิ่มอนุมูลให้แก่ธาตุอย่างใดบ้างนั้น ให้ดูในเรื่องลำดับอำนาจไฟฟ้า เช่น :-

เหล็ก ทองแดงซัลเฟต ทองแดง เหล็กซัลเฟต

$$Fe + CuSO_4 = Cu + FeSO_4$$

ทองแดงออคไซด์ ไฮโดรเจน ทองแดง น้ำ

$$CuO + H_2 = Cu + H_2O$$

อีกอย่างหนึ่งสมการเคมีในประเภทเปลี่ยนปริมาณไฟฟ้านี้ ได้แก่การที่เอาโลหะละลายในกรด ก็คือโลหะเข้าแทนที่ไฮโดรเจนในกรดนั่นเอง สมการชะนิดนี้มีแตกต่างกันเบื้นหลายหลักเกณฑ์ สำหรับกรดอย่างหนึ่งก็เกิดสมการอย่างหนึ่ง ในที่นี้จะกล่าวแต่ฉะเพาะกรดที่สำคัญ ๆ และใช้กันโดยมากเท่านั้น

๑. กรดไฮโดรคลอริค (HCl)

กรดชะนิดนี้เมื่อโลหะเข้าแทนที่ไฮโดรเจนในกรดแล้ว ไฮโดรเจนจะแยกตัวออกเบื้นอิสสระ มีโลหะบางชะนิดซึ่งไม่ละลายในกรดนี้ เช่น ทองคำ, ทองคำขาว, เงิน และ ตะกั่ว ถือกันว่าไม่เกิดสมการหรือไม่ต้องเขียนการแปรธาตุในทางทฤษฎี โลหะออกจากนี้แล้วละลายได้เกิดเบื้นเกลือ และมีไฮโดรเจนแยกออก ดังตัวอย่างต่อไปนี้ :—

อะลูมิเนียม กรดไฮโดรคลอริค อะลูมิเนียมคลอไรด์ ไฮโดรเจน

$$2Al + 6HCl = 2AlCl_3 + 3H_2$$

สังกะสี กรดไฮโดรคอลริค สังกะสีคลอไรด์ ไฮโดรเจน

$$Zn + 2HCl = ZnCl_2 + H_2$$

แคดเมียม กรดไฮโครคลอริค แคดเมียมคลอไรด์ ไฮโดรเจน

$$Cd + 2HCl = CdCl_2 + H_2$$

เหล็ก กรดไฮโดรคลอริค เฟอรัสคลอไรด์ ไฮโดรเจน

$$Fe + 2HCl = FeCl_2 + H_2$$

๒. <u>กรดซัลเฟอริค</u> (H_2SO_4)

โลหะซึ่งละลายได้ในกรดนี้ จะเห็นว่าบางชะนิดก็มีไฮโดรเจนแยกออก โลหะบางชะนิดก็มีซัลเฟอร์ไดออคไซด์ (SO_2) แยกออก ยังไม่มีหลักเกณฑ์อันใดที่จะชี้ขาดลงไปได้ว่า โลหะชะนิดไหนจะเข้าในเกณฑ์พวกไหนแน่นอนลงไปได้ ตามที่ได้กล่าวมาแล้วว่าจำเบื้นจะต้องเปลี่ยนรูปของสมการให้ตรงกับทางปฏิบัติ จึงแยกสมการซึ่งเกิดจากโลหะละลายในกรดนี้ได้เบื้น ๒ พวก คือ พวกหนึ่งมีไฮโดรเจนแยกออก อีกพวกหนึ่งมีซัลเฟอร์ไดออคไซด์แยกออก ในขั้นนี้จึงต้องใช้ความจำเบื้นสิ่งสำคัญ คือให้จำโลหะพวกที่ละลายแล้วซัลเฟอร์ไดออคไซด์แยกออก เพราะมีน้อย มีเพียง ๕ ธาตุเท่านั้น คือ เงิน, ปรอท, ทองแดง, ตีบุก และแอนติโมนี ส่วนโลหะนอกจากนี้ไม่ละลาย คือ ทองคำ, ทองคำขาว, ตะกั่ว ถือว่าไม่เกิดสมการ

พวกไฮโจรเจนแยกออก

สมการของโลหะซึ่งละลายแล้วมีไฮโดรเจนแยกออก ก็เช่นเดียวกับกรดไฮโดรคลอริค ดังตัวอย่างต่อไปนี้ :-

แมกนีเซียม		กรดกำมะถัน		แมกนีเซียมซัลเฟต		ไฮโดรเจน
Mg	+	H_2SO_4	=	$MgSO_4$	+	H_2
อะลูมิเนียม		กรดกำมะถัน		อะลูมิเนียมซัลเฟต		ไฮโดรเจน
$2\ Al$	+	$3\ H_2SO_4$	=	$Al_2(SO_4)_3$	+	$3H_2$
โคบัลต์		กรดกำมะถัน		โคบัลต์ซัลเฟต		ไฮโดรเจน
Co	+	H_2SO_4	=	$CoSO_4$	+	H_2

สังกะสี		กรดกำมะถัน		สังกะสีซัลเฟต		ไฮโดรเจน
Zn	+	H_2SO_4	=	$ZnSO_4$	+	H_2
เหล็ก		กรดกำมะถัน		เหล็กซัลเฟต		ไฮโดรเจน
Fe	+	H_2SO_4	=	$FeSO_4$	+	H_2

พวกซัลเฟอร์ไดออคไซด์แยกออก

สมการของโลหะซึ่งละลายในกรดนี้จะเกิดเป็น ๒ ระยะ ในระยะต้นจะเกิดเป็นออคไซด์ของโลหะนั้น และมี ซัลเฟอร์ ไดออคไซด์ กับน้ำ เช่น :—

ทองแดง	กรดกำมะถัน	ทองแดงออคไซด์	ซัลเฟอร์ไดออคไซด์	น้ำ
$Cu + H_2SO_4$	=	CuO	+ SO_2	+ H_2O

ทีนี้ทองแดงออคไซด์จะละลายในกรดกำมะถันอีกครั้งหนึ่งเกิดเป็นทองแดงซัลเฟตและน้ำ

$$CuO + H_2SO_4 = CuSO_4 + H_2O$$

ถ้าเอาสมการ ๒ ตอนนี้รวมกันแล้วตัดตัวที่ซ้ำกันออก จะได้ดังนี้:-

$$Cu + 2H_2SO_4 = CuSO_4 + SO_2 + 2H_2O$$

ซึ่งเป็นทางลัด และนิยมเขียนกันตามนี้ จึงเขียนสมการของโลหะที่ละลายในกรดกำมะถันแล้วมีซัลเฟอร์ ไดออคไซด์แยกออก ดังตัวอย่างต่อไปนี้ :—

เงิน กรดกำมะถัน เงินซัลเฟต ซัลเฟอร์ไดออคไซด์ น้ำ

$$2Ag + 2H_2SO_4 = Ag_2SO_4 + SO_2 + 2H_2O$$

ปรอท กรดกำมะถัน ปรอทซัลเฟต ซัลเฟอร์ไดออคไซด์ น้ำ

$$Hg + 2H_2SO_4 = HgSO_4 + SO_2 + 2H_2O$$

ดีบุก กรดกำมะถัน ดีบุกซัลเฟต ซัลเฟอร์ไดออคไซด์ น้ำ

(เวเลนซี ๒)

$$Sn + 2H_2SO_4 = SnSO_4 + SO_2 + 2H_2O$$

(เวเลนซี ๔)

$$Sn + 4H_2SO_4 = Sn(SO_4)_2 + 2SO_2 + 4H_2O$$

แอนติโมนี กรดกำมะถัน แอนติโมนีซัลเฟต ซัลเฟอร์ไดออคไซด์ น้ำ

$$2Sb + 6H_2SO_4 = Sb_2(SO_4)_3 + 3SO_2 + 6H_2O$$

๓. กรดไนตริค (HNO_3)

สมการซึ่งเกิดจากโลหะละลายในกรดนี้ ไม่มีไฮโดรเจนแยกออกเลย จะมีแต่ไนตริคออคไซด์ (NO) หรือไนโตรเจนเปอร์ออคไซด์ (NO_2) แยกออกเท่านั้น อาจแยกโลหะซึ่งเข้าผะสมกับกรดชะนิดนี้ได้ตามจำนวนเวเลนซีของโลหะ ดังนี้ :_

ก. สำหรับโลหะซึ่งมี ๑ เวเลนซี สมการซึ่งเกิดขึ้นนี้แบ่งออกได้เป็น ๒ ตอน คือตอนแรกโลหะเข้าแทนที่ไฮโดรเจนในกรด เกิดเป็น เกลือ และไฮโดรเจนแยกออก

$$3Ag + 3HNO_3 = 3AgNO_3 + 3H$$

แต่เพราะเหตุที่กรดไนตริคเป็นตัวเติมออคซิเจนอย่างแรง และไฮโดรเจนก็เป็นตัวลดออคซิเจนอย่างแรงด้วยกันทั้งคู่ จึงทำอาการเติม

และลดออคซิเจนซึ่งกันและกันไม่ทันที่ไฮโดรเจนจะแยกตัวออกเบี้นอิสสระ ก็เข้าผะสมธาตุกับกรดไนตริคเกิดเบี้นไนตริคออคไซด์และน้ำ ดังนี้:-

$$HNO_3 + 3H = NO + 2H_2O$$

ถ้าเอาสมการทั้ง ๒ ตอนมารวมกันจะได้ เกลือ, ไนตริคออคไซด์และน้ำ ซึ่งเขานิยมเขียนกันดังต่อไปนี้ :—

$$3Ag + 4HNO_3 = 3AgNO_3 + NO + 2H_2O$$

หรือจะเขียนเบี้นหลักได้ว่าโลหะซึ่งมีเวเลนซี ๑ เมื่อละลายในกรดไนตริค ใช้หลักดังต่อไปนี้ :—

๓ โลหะ + ๔ กรด = เกลือ + ไนตริคออคไซด์ + น้ำ

เช่น :—

$$3Hg + 4HNO_3 = 3HgNO_3 + NO + 2H_2O$$

$$3Cu + 4HNO_3 = 3CuNO_3 + NO + 2H_2O$$

$$3K, + 4HNO_3 = 3KNO_3 + NO + 2H_2O$$

$$3Na + 4HNO_3 = 3NaNO_3 + NO + 2H_2O$$

ข. สำหรับโลหะซึ่งมี ๒ เวเลนซี เมื่อละลายในกรดไนตริคนี้ ก็เกิดอาการของสมการเบี้น ๒ ตอนเหมือนกัน แต่ผลที่สุดรวมเบี้นหลักได้ ดังนี้ :—

๓ โลหะ + ๘ กรด = เกลือ + ไนตริคออคไซด์ + น้ำ

เช่น:—

$$3Hg + 8HNO_3 = 3Hg(NO_3)_2 + 2NO + 4H_2O$$

$$3Cu + 8HNO_3 = 3Cu(NO_3)_2 + 2NO + 4H_2O$$

$$3Ca + 8HNO_3 = 3Ca(NO_3)_2 + 2NO + 4H_2O$$

$$3Mg + 8HNO_3 = 3Mg(NO_3)_2 + 2NO + 4H_2O$$

$$3Ni + 8HNO_3 = 3Ni(NO_3)_2 + 2NO + 4H_2O$$

แต่มีธาตุบางชะนิดซึ่งมิได้เกิดสมการตามหลักข้างบนนี้ ต้องจดจำเป็นพิเศษ เช่น ดีบุก, สังกะสี, ตะกั่ว จะเกิดสมการดังต่อไปนี้ :—

ดีบุก กรดไนตริค สะแตนนัสไนเตรต แอมโมเนียมไนเตรต น้ำ

$$4Sn + 10HNO_3 = 4Sn(NO_3)_2 + NH_4NO_3 + 3H_2O$$

สังกะสี กรดไนตริค สังกะสีไนเตรต แอมโมเนียมไนเตรต น้ำ

$$4Zn + 10HNO_3 = 4Zn(NO_3)_2 + NH_4NO_3 + 3H_2O$$

ตะกั่ว กรดไนตริค ตะกั่วไนเตรต ไนโตรเจนเปอร์ออกไซด์ น้ำ

$$Pb + 4HNO_3 = Pb(NO_3)_2 + 2NO_2 + 2H_2O$$

ค. สำหรับโลหะซึ่งมี ๓ เวเลนซีนั้น การเขียนสมการก็แบบเดียวกับ ๑ เวเลนซี เพราะใน ๑ เวเลนซีเราต้องใช้ ๓ โลหะ แต่โลหะชะนิด ๓ เวเลนซี ๑ โลหะก็เท่ากัน ดังนั้นจึงเขียนเป็นหลักได้ดังนี้ :—

๑ โลหะ + ๔ กรด = เกลือ + ไนตริคออคไซด์ + น้ำ

เช่น :—

$$Al + 4HNO_3 = Al(NO_3)_3 + NO + 2H_2O$$

$$Fe + 4HNO_3 = Fe(NO_3)_3 + NO + 2H_2O$$

$$Bi + 4HNO_3 = Bi(NO_3)_3 + NO + 2H_2O$$

$$Ni + 4HNO_3 = Ni(NO_3)_3 + NO + 2H_2O$$

ง. สำหรับโลหะซึ่งมีเวเลนซีมากกว่า ๓ ขึ้นไป เมื่อละลายในกรดไนตริค ยังไม่มีหลักเกณฑ์อันใดแน่นอน ต้องใช้จำเป็นชะนิดๆ ไป เพราะสมการในลักษณะนี้เกิดแตกต่างกันหลายอย่าง

เช่นดีบุกชะนิด ๔ เวเลนซี เมื่อละลายในกรดไนตริคจะเกิดเป็นตะกอนสีขาว เรียกว่า Metastannic acid มีไนโตรเจนเปอร์ออคไซด์และน้ำแยกออก

$$Sn + 4HNO_3 = H_2SnO_3 + 4NO_2 + H_2O$$

แอนติโมนีชะนิด ๕ เวเลนซี เมื่อละลายในกรดไนตริค จะเกิดเป็น Metantimonic acid ไนโตรเจนเฟอร์ออคไซด์และน้ำแยกออก

$$Sb + 5HNO_3 = HSbO_3 + 5NO_2 + 2H_2O$$

ฯลฯ

๔. กรดกัดทอง (Aqua-regia)

มีโลหะบางชะนิดซึ่งไม่ละลายในกรดอย่างเดียว เช่น ทองคำ และทองคำขาว โลหะดังที่กล่าวแล้วนี้จึงต้องละลายในกรดผะสม โดยใช้กรดไฮไดรคลอริค (HCl) ๓ ส่วนผะสมกับกรดดินประสิว (Nitric acid, HNO_3) ๑ ส่วน กรดซึ่งผะสมกันแล้วนี้ เรียกว่า Aqua-regia หรือที่ช่างทอง และช่างเงินเรียกกันว่า "กรดกัดทอง" เมื่อเอากรด ๒ ชะนิดตามซึ่งกล่าวมาแล้วนี้ผะสมกันเกิดสมการ ดังนี้ :-

$$3H + Cl + HNO_3 = NOCl + Cl_2 + 2H_2O$$

คือเกิดเป็น Nitroxyl chloride, Chlorine และน้ำ กรดชะนิดนี้สามารถละลายโลหะได้ทุกชะนิด

ทองคำละลายได้แต่ในกรด Aqur-regia น้ำอย่างเดียวเท่านั้น ทองคำชะนิด ๑ เวเลนซี เมื่อละลายเกิดเบ็น Aurous chloride น้ำ และม Nitric oxide แยกออก

$$3Au + 3HCl + HNO_3 = {}^3AuCl + NO + 2H_2O$$

ทองคำชะนิด ๓ เวเลนซี เมื่อละลายในกรดน้ำเกิดเบ็น Auric Chloride, น้ำและ Nitric oxide แยกออก

$$2Au + 6HCl + 2HNO_3 = 2AuCl_3 + 2NO + 4H_2O$$

ทองคำขาวก็เช่นเดียวกับทองคำเหมือนกัน คือละลายได้แต่ใน Aquaregia น้ำอย่างเดียวเท่านั้น ทองคำขาวชะนิด ๒ เวเลนซี เมื่อละลาย เกิดเบ็น Platinous chloride, น้ำและมี Niric oxide แยกออก

$$3Pt + 6HCl + 2HNO_3 = 3PtCl_2 + 2NO + 8H_2O$$

ทองคำขาวชะนิด ๔ เวเลนซี เมื่อละลายในกรดน้ำเกิดเบ็น Platinic Chloride, น้ำและมี Nitric oxide แยกออก

$$3Pt + 12HCl + 4HNO_3 = 3PtCl_4 + 4NO + 8H_2O$$

ยังมีต่อ

หัวข้อในเล่มต่อไป

ออคซิเจน — ประวัติและธรรมชาติ, การเตรียมในห้องทดลอง
การทำเป็นสินค้า, ประโยชน์ ฯ ล ฯ

ไอโซน " "

ไฮโดรเจน " "

ไฮโดรเจนเปอร์ออคไซด์ " "

น้ำ — น้ำธรรมชาติ, น้ำฝน, น้ำพุ, น้ำแม่น้ำลำคลอง,
น้ำทะเล

น้ำผลึก, น้ำยา