

貴州
省立
圖書館

普通化學實驗

嚴志強 編著

潘慎明 校閱
丁緒賢

一九五四年查訖

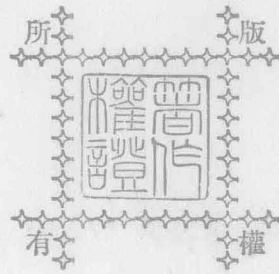
中華書局印行

民國二十六年四月印刷
民國二十七年七月再版

大學普通化學實驗 (全一冊)

實價國幣二元五角

(郵運匯費另加)



總發行處
分發行處
各埠

編者 校閱者 發行者 印刷者

嚴志

潘慎

中華書局有限公司
代表人 路錫三

香港九龍北帝街
中華書局印刷所

中華書局發行所

中華書局

(本書校對者陳茂儀 嚴敦傑) (一三〇六)

例 言

作者將 Professor H. G. Deming 所著之普通化學一書譯成中文後——談明普通化學(中華出版)——深感實驗方面,亦有另行編著中文教程之必要。蓋學生在實驗室中耗費可貴之光陰,翻閱字典,孜孜於檢查英文之字義者已非一日矣!爰特不揣愚昧,編成此書,以期學生在實驗室中對於化學上之切要問題,得有充份之餘閑,加以深思探討。海內學者,倘不吝賜教,予以指示,則獲益者固不僅作者一人而已也。

本書取材力求吻合大學一年級(或已讀過一年化學之高中選課生)之程度。全書計有實驗七十,足供一學年(二學期)之用。本書採用活葉式裝訂,各實驗僅註明排號。蓋實驗之多寡及其前後次序,應隨學生之程度,學程之長短(一學期或二學期),及所用之教科書而異。由教員酌量情形,臨時選定。似較為合理。各實驗中間有符號*之部分,得酌量刪去。但如時間充足,學生程度較佳,則固不妨令其一試也。

本書荷丁庶爲及潘慎明兩位教授詳為校訂,尤為銘感,特此誌謝!

蘇州東吳大學,二十五年十月十日

嚴志弦謹識。

簡 明 原 子 量 表

鋁 Aluminum (Al)	26.97	鐵 Iron (Fe)	55.84
銻 Antimony (Sb)	121.76	鉛 Lead (Pb)	207.22
砷 Arsenic (As)	74.91	鎂 Magnesium (Mg)	24.32
鋇 Barium (Ba)	137.36	錳 Manganese (Mn)	54.93
鉍 Bismuth (Bi)	209.00	汞 Mercury (Hg)	200.61
硼 Boron (B)	10.82	鉬 Molybdenum (Mo)	96.0
溴 Bromine (Br)	79.916	鎳 Nickel (Ni)	58.69
鎘 Cadmium (Cd)	112.41	氮 Nitrogen (N)	14.008
鈣 Calcium (Ca)	40.08	氧 Oxygen (O)	16.00
碳 Carbon (C)	12.00	磷 Phosphorus (P)	31.02
氯 Chlorine (Cl)	35.453	鉀 Potassium (K)	39.096
鉻 Chromium (Cr)	52.01	矽 Silicon (Si)	28.06
鈷 Cobalt (Co)	58.94	銀 Silver (Ag)	107.88
銅 Copper (Cu)	63.57	鈉 Sodium (Na)	22.997
氟 Fluorine (F)	19.00	銣 Strontium (Sr)	87.63
金 Gold (Au)	197.2	硫 Sulfur (S)	32.06
氫 Hydrogen (H)	1.0078	錫 Tin (Sn)	118.70
碘 Iodine (I)	126.92	鋅 Zinc (Zn)	65.38

普通化學實驗

目錄及參考書(頁數)

- [談] 談明普通化學——嚴志弦譯。
[D] Deming: General Chemistry, Fourth Edition.
[B] Brinkley: Principles of General Chemistry (1926).
[C] Chapin: Second Year College Chemistry, Third Edition.
[H] Holmes: General Chemistry, Third Edition (1936).
[K] Kendall-Smith: General Chemistry for Colleges, Third Revised Edition (1935).
[S] Schlesinger: General Chemistry, Second Edition.

實驗之準備及初步工作

(1) 物理變化與化學變化:

- [談] 16,19,22-23; [D] 15-16, 21-22; [B] 3-4, 6;
[H] 8; [K] 6,11-12,19-20; [S] 10-11.

(2) 溶解,混合及反應:

- [談] 22-25,156; [D] 21-24, 149; [B] 5, 90-91;
[H] 8, 138, 164; [K] 6,156-158,161-163; [S] 5-7, 149-151.

(3) 定比例定律:

- [談] 19-22 [D] 19-21; [B] 7;
[H] 9-10, 20; [K] 26-27; [S] 13-14.

(4) 氧之製取及其性質:

- [談] 50-52, 55-56, 58-60; [D] 47-48, 51-52, 54-56; [B] 23,25-26, 37,45-46;
[H] 34-38; [K] 69-70, 72-73, 77-79; [S] 99-105.

(5) 空氣之組成:

- [談] 163; [D] 155; [B] 61;
[H] 17; [H] 59-60,146; [K] 86;
[S] 32-33.

(6) 擴散(Graham 定律):

[談] 82-83; [D] 79-80; [B] 62;
 [C] 22-23, 300-301; [H] 60-61; [K] 88-89, 128-129;
 [S] 34-35.

(7) 測求氧之密度:

[談] 72-76, 86-88; [D] 69-73, 82-84; [B] 58-61, 65;
 [H] 53-57, 133-134; [K] 81-86, 142-143; [S] 24-34.

(8) 分子量之測定:

[談] 72-76, 86-88; [D] 69-73, 82-84; [B] 133-134;
 [C] 47-50; [H] 133-134; [K] 81-86, 142-143;
 [S] 24-34, 60-62.

(9) 化學式之推演:

[談] 604, 612-613; [D] 569, 577-578; [B] 11-12;
 [H] 30; [K] 56-58, 650; [S] 81-84.

(10) 氫之製取及其還原性質:

[談] 98-100, 112, 139; [D] 93-95, 107, 133, 198-199; [B] 8, 120-121, 153;
 [H] 13-15, 75-76; [K] 28-32, 99, 106-107, 249; [S] 48, 117-118, 121.

(11) 水與水化物:

[談] 127-130, 133-135; [D] 121-124, 127-129; [B] 92-93, 239-242;
 [H] 66, 106-108, 542, 659; [K] 132-133, 135-137, 576-577, 718; [S] 139-140, 142-147.

(12) 凝固點與沸點:

[談] 122-123, 151-152, 606; [D] 116-117, 144-145, 571; [B] 67-68, 70, 102;
 [H] 65, 67, 149-150; [K] 124-125, 171; [S] 135-139, 140-142

(13) 溶液:

[談] 156-158; [D] 149-151; [B] 90-91, 94, 96, 100-101;
 [C] 161, 169-172; [H] 138-141, 147; [K] 156, 165, 174-175;
 [S] 149, 159-161.

(14) 溶解度:

- [談] 161-162; [D] 153-154; [B] 84-96;
 [C] 163, 165-168; [H] 141-142, 144; [K] 161-164;
 [S] 152-155, 161, 162-163, 164.
- (15) 重結晶(硫酸銅之淨製):
 [談] 157-158, 161-163; [D] 150-151, 153-155; [B] 94-96;
 [C] 165-168; [H] 141-142; [K] 163-165;
 [S] 159-161.
- (16) 酸與鹽基:
 [談] 204-221; [D] 193-208; [B] 152-155, 192,
 194-195;
 [H] 175, 202, 232-236; [K] 226, 249-250,
 264-265; [S] 255-258.
- (17) 酸與鹽基之中和(滴定法):
 [談] 221-222, 231-233, 550; [D] 209, 217, 218, 520; [B] 192-194;
 [H] 149, 201, 222-226; [K] 258-263; [S] 274-275, 284-285.
- (18) 鹽類之製取:
 [談] 228-230; [D] 214-216; [B] 217-219;
 [H] 185; [K] 226-227, 547-548;
- (19) 游離化合物:
 [談] 185-186, 202-204; [D] 177-179, 192, 193-195, 198-199, 206-207, 210; [B] 110-116, 119-120,
 126-130;
 [C] 191-200; [H] 203-205, 210-211, 215-222, 229; [K] 228-231, 234-237,
 246-250;
 [S] 232-244, 247-248.
- (20) 鹽類之水解:
 [談] 224-227; [D] 211-213; [B] 320-330;
 [C] 233-236; [H] 226-227; [K] 319-320;
 [S] 276-283.
- (21) 金屬之當量及其原子價:
 [談] 187-188, 190-192; [D] 179-180, 182-184; [B] 7-8, 12-13, 138;
 [C] 55-56, 79; [H] 92-95, 148; [K] 110-113, 117-119;
 [S] 124-129.

(22) 氧化劑:

[談] 196-198, [D] 185-188; [B] 333-342;
 [C] 88-92; [H] 99-100, 639; [K] 192-193, 282-294,
 336, 417;
 [S] 176-179, 262-266.

(23) 還原劑:

[談] 196-198; [D] 185-187; [B] 334-340;
 [C] 88-90, 92-93; [H] 99-100 [K] 192-193, 282-294,
 336, 417;
 [S] 262-266.

(24) 氧化價與還原價:

[談] 196-198, 231-233, 475; [D] 185-187, 217-218, 448-449; [B] 331-332,
 340, 349;
 [C] 88-95; [H] 99-100, 639; [K] 294-296;
 [S] 262-266, 328-332, 342.

(25) 中和熱之測定:

[談] 119, 221-222; [D] 114, 209; [B] 194;
 [C] 207-208; [H] 104, 201, 222-223; [K] 259-260;
 [S] 275.

(26) 氯之製取及其性質:

[談] 241-243, 245-249; [D] 225-227, 229-233; [B] 282-288;
 [H] 158-160, 161-163, 166, 189-191; [K] 192-196; [S] 179-180, 183-187,
 188-191.

(27) 鹵素與鹵素化物:

[談] 259-261, 276-277; [D] 243-245, 258-259; [B] 282-285, 220-221,
 225, 228;
 [H] 169-171, 561; [K] 267-270, 272-273, 278-280; [S] 181-191, 198-199.

(28) 氫鹵素酸:

[談] 264-267, 269-270; [D] 247-250, 252; [B] 155-162;
 [H] 175-185; [K] 178-181, 270-272, 274-275, 277-278; [S] 191-195, 197-198.

(29) 硫化氫之性質及其用途:

[談] 305-315 [D] 286-295; [B] 162-164, 275;
 [H] 254-258; [K] 313-316, 320-322; [S] 300-311.

- (30) 硫酸之製造:
[談] 325-327, 329-331; [D] 305-306, 308-310; [B] 178-183;
[H] 214-270; [K] 328-335; [S] 319-322.
- (31) 硫之含氧酸與含氧鹽:
[談] 320-324, 331-335; [D] 300-303, 310-313; [B] 184-186, 238-243;
[H] 261, 262, 263, 271-272; [K] 325-328, 336-338; [S] 314-318, 323-325.
- (32) 硫代硫酸鈉製取性質及其用途:
[談] 321-325; [D] 303-304; [B] 228-229, 243;
[H] 273, 527; [K] 339-340; [S] 318-319.
- (33) 氮與鉍鹽:
[談] 389-392, 396-399; [D] 365-368, 372-374; [B] 203-204, 235;
[H] 330-331, 335-337, 534, 535; [K] 404, 407-408, 561, 622; [S] 356, 359-361, 661.
- (34) 硝酸之氧化作用:
[談] 457-458; [D] 432-433; [B] 170-171;
[H] 356-358; [K] 417-418; [S] 379-383.
- (35) 硝酸鹽與亞硝酸鹽:
[談] 452-453, 459; [D] 427-429, 434; [B] 236-238;
[H] 346, 359-361; [K] 412, 414, 418-420; [S] 364, 371, 384-386.
- (36) 磷酸鹽與砷酸鹽:
[談] 470-471, 473, 477; [D] 444-445, 447, 450; [B] 262-264;
[H] 367-373, 379-380; [K] 428-432, 679-680; [S] 473-483, 450-452.
- (37)(38) 膠體化學:
[談] 425-427, 497-499, 501-504, 506, 507-508; [D] 401-403, 469-470, 472-475, 477, 478-479; [B] 140-151;
[C] 290-301, 304, 309-310; [H] 488-507; [K] 57, 507-509;
[S] 575-588.
- (39) 反應速度:
[談] 401-303; [D] 377-379; [B] 80-83;
[C] 212-220; [H] 44-45; [K] 77, 220-221;

[S] 105, 107-108, 205-206.

(40) 觸媒作用:

[談] 55, 247(2), 419-421 [D] 51-52, 231(2), 395-397, 401-405, [B] 86;
427-429;
[C] 206(5), 220-221; [H] 45-46; [K] 77-79;
[S] 99-100, 177, 723.

(41) 游子平衡及同游子效應:

[談] 543-546 [D] 513-515; [B] 117-119;
[C] 227-229; [H] 242-243, 245-246; [K] 253-254, 594-599;
[S] 268-270.

(42) 平衡常數之測定:

[談] 539-542; [D] 508-512; [B] 268-269;
[C] 211-216; [H] 241-242; [K] 217-218;
[S] 206-207.

(43)(44) 沉澱理論:

[談] 543-549; [D] 512-519; [B] 267-274;
[C] 274-278; [H] 243-244; [K] 599-603, 624;
[S] 271-273, 286-287, 303-308.

(45) 沉澱理論在分析化學上之應用:

[談] 310, 543-458; [D] 291, 512-517; [B] 274-278;
[C] 280-282; [H] 570, 575; [K] 320-321, 603-606;
[S] 308-309.

(46) 複游子與化學平衡:

[談] 230-231, 548-550; [D] 216-217, 518-519; [B] 272-273;
[C] 282-293; [H] 336-337; [K] 624-625;
[S] 361, 665.

(47) 質子活動性:

[談] 204-206, 211-213, 218-219, 231-233, 420-421, 550-553, 593-594; [D] 193-195, 200-202, 206-207, 217-219, 396-397, 519-522, 558-559;
[B] 153-154; [C] 198-199; [H] 216-218, 225, 431-432;

- [K] 248-249, 263, 472; [S] 237-239, 241, 256-258, 285, 550.
- (48) 指示劑之應用:
- [談] 559-562, 563; [D] 528-531; [C] 233-236, 248-252;
[H] 225, 675-677; [K] 263; [S] 284-286.
- (49) 數種普通有機化合物之定性檢驗:
- [談] 576-580, 593-594, [D] 543-547, 558-559, [B] 424, 427-429, 595, 596; 560-562; 430-431, 434;
[H] 412-415, 422-424, [K] 454-456, 469-470, [S] 522, 524, 532-537, 430-432; 472; 539-543, 550-552.
- (50) 肥皂之製造及其性質:
- [談] 597-596; [D] 562-563; [B] 429;
[H] 426-427; [K] 505-507; [S] 552-554.
- (51) 用凝固點下降法測求分子量:
- [談] 606-608; [D] 570-572; [B] 102;
[H] 149-150; [K] 171-172, 231; [S] 169-171.
- (52) 電化學(上)——金屬游子化代:
- [談] 100, 653, 654; [D] 95, 614, 615; [B] 120-121, 336;
[C] 334, 344-346, [H] 227-229, 586-587; [K] 244-246, 667-668;
[S] 259-261, 716-723.
- (53) 電化學(下)——電極上之反應:
- [談] 652-654, 660-661; [D] 613-615, 621; [B] 121-124;
[C] 320-322; [H] 205-210; [K] 242-244;
[S] 226-229, 251-255.
- (54) 鹼金屬(上)——鹽類之製取:
- [談] 671-673; [D] 630-631; [B] 251-252, 234-235;
[H] 522-525, 530; [K] 56-57, 566-568; [S] 627-630.
- (55) 鹼金屬(下)——鹽類之檢驗反應:
- [談] 674; [D] 632-633; [B] 535-356;
[H] 529-530, 533, 536; [K] 560, 563, 568; [S] 630-631, 632-633.
- (56) 鹼土金屬之鹽類:

- [談] 680,683-684; [D] 638, 641-642; [B] 365-357;
 [H] 547, 549,550, 568-570; [K] 582-585, 589-590; [S] 643-644.
- (57) 測求水之硬性:
 [談] 685-689; [D] 643-646; [B] 255-257;
 [H] 543-547; [K] 577-581; [S] 644-646.
- (58) 鋁及鋁鹽:
 [談] 697,700,701-703; [D] 654, 655, 657, 658-660; [B] 210-214;
 [H] 601, 606-608; [K] 612-613, 617; [S] 688-695.
- (59) 鐵鹽與亞鐵鹽:
 [談] 738-740; [D] 694-695; [B] 240; 273-274;
 [H] 655-658; [K] 712-717; [S] 768-773.
- (60) 金屬之腐蝕:
 [談] 731-738; [D] 688-694, [S] 728-738.
- (61) 鉻與錳之化合物:
 [談] 741-743,744-745; [D] 697-698; [B] 211, 342-350;
 [H] 632-635, 636-640; [K] 690-694, 696-701; [S] 741-744, 747-749, 751-759.
- (62) 鈷鹽與鎳鹽:
 [談] 747,749; [D] 700, 702; [H] 659-661;
 [K] 717-721; [S] 766-768.
- (63) 銅鹽與銀鹽:
 [談] 757-758,761-762, 763; [D] 703, 709-710, 713-715; [B] 228-230;
 [H] 556-559, 561-563; [K] 619-620,623-624, 626-628,637-639; [S] 658-671.
- (64) 氯化亞銅之製取:
 [談] 757; [D] 709-710; [B] 224;
 [H] 556; [K] 623; [S] 666-669.
- (65) 鋅、鎘、汞及其鹽類:
 [談] 767,769-772; [D] 717-718, 719-722; [B] 224-225, 363;

[H] 573-578, 580-583; [K] 590, 592-594, 629-634; [S] 678-685.

(66) 錫與鉛及其鹽類:

[談] 774-775, 776-777; [D] 724-726, 727-729; [B] 225-226, 237;
778-780;

[H] 619-621, 625-626; [K] 650-659; [S] 703-707.

(67) 陰向游子之分組.

(68) 各組陰向游子之分析.

(69) 陽向游子之檢驗(上).

(70) 陽向游子之檢驗(下).

附錄(一) 氣壓計高度校正.

(二) 飽和水蒸氣壓力.

(三) 儀器用具:

A. 公用之儀器;

B. 由學生向用品室具領並負責歸還之儀器用具;

C. 專供學生個人應用之儀器用具;

D. 由學生臨時向用品室購置之用具.

1. 將下列各物分別置於試管中，加入 2 毫升水，攪拌，觀察其溶解情形。
 (1) 氯化鈉 (NaCl) (2) 硝酸鈉 (NaNO₃) (3) 硝酸鉀 (KNO₃)
 (4) 硝酸銨 (NH₄NO₃) (5) 硫酸銨 ((NH₄)₂SO₄) (6) 硫酸銅 (CuSO₄)
 (7) 硫酸鋅 (ZnSO₄) (8) 硫酸鎂 (MgSO₄) (9) 硫酸鈣 (CaSO₄)
 (10) 硫酸銨 ((NH₄)₂SO₄) (11) 硫酸銨 ((NH₄)₂SO₄) (12) 硫酸銨 ((NH₄)₂SO₄)
 (13) 硫酸銨 ((NH₄)₂SO₄) (14) 硫酸銨 ((NH₄)₂SO₄) (15) 硫酸銨 ((NH₄)₂SO₄)
 (16) 硫酸銨 ((NH₄)₂SO₄) (17) 硫酸銨 ((NH₄)₂SO₄) (18) 硫酸銨 ((NH₄)₂SO₄)
 (19) 硫酸銨 ((NH₄)₂SO₄) (20) 硫酸銨 ((NH₄)₂SO₄) (21) 硫酸銨 ((NH₄)₂SO₄)
 (22) 硫酸銨 ((NH₄)₂SO₄) (23) 硫酸銨 ((NH₄)₂SO₄) (24) 硫酸銨 ((NH₄)₂SO₄)
 (25) 硫酸銨 ((NH₄)₂SO₄) (26) 硫酸銨 ((NH₄)₂SO₄) (27) 硫酸銨 ((NH₄)₂SO₄)
 (28) 硫酸銨 ((NH₄)₂SO₄) (29) 硫酸銨 ((NH₄)₂SO₄) (30) 硫酸銨 ((NH₄)₂SO₄)
 (31) 硫酸銨 ((NH₄)₂SO₄) (32) 硫酸銨 ((NH₄)₂SO₄) (33) 硫酸銨 ((NH₄)₂SO₄)
 (34) 硫酸銨 ((NH₄)₂SO₄) (35) 硫酸銨 ((NH₄)₂SO₄) (36) 硫酸銨 ((NH₄)₂SO₄)
 (37) 硫酸銨 ((NH₄)₂SO₄) (38) 硫酸銨 ((NH₄)₂SO₄) (39) 硫酸銨 ((NH₄)₂SO₄)
 (40) 硫酸銨 ((NH₄)₂SO₄) (41) 硫酸銨 ((NH₄)₂SO₄) (42) 硫酸銨 ((NH₄)₂SO₄)
 (43) 硫酸銨 ((NH₄)₂SO₄) (44) 硫酸銨 ((NH₄)₂SO₄) (45) 硫酸銨 ((NH₄)₂SO₄)
 (46) 硫酸銨 ((NH₄)₂SO₄) (47) 硫酸銨 ((NH₄)₂SO₄) (48) 硫酸銨 ((NH₄)₂SO₄)
 (49) 硫酸銨 ((NH₄)₂SO₄) (50) 硫酸銨 ((NH₄)₂SO₄) (51) 硫酸銨 ((NH₄)₂SO₄)
 (52) 硫酸銨 ((NH₄)₂SO₄) (53) 硫酸銨 ((NH₄)₂SO₄) (54) 硫酸銨 ((NH₄)₂SO₄)
 (55) 硫酸銨 ((NH₄)₂SO₄) (56) 硫酸銨 ((NH₄)₂SO₄) (57) 硫酸銨 ((NH₄)₂SO₄)
 (58) 硫酸銨 ((NH₄)₂SO₄) (59) 硫酸銨 ((NH₄)₂SO₄) (60) 硫酸銨 ((NH₄)₂SO₄)
 (61) 硫酸銨 ((NH₄)₂SO₄) (62) 硫酸銨 ((NH₄)₂SO₄) (63) 硫酸銨 ((NH₄)₂SO₄)
 (64) 硫酸銨 ((NH₄)₂SO₄) (65) 硫酸銨 ((NH₄)₂SO₄) (66) 硫酸銨 ((NH₄)₂SO₄)
 (67) 硫酸銨 ((NH₄)₂SO₄) (68) 硫酸銨 ((NH₄)₂SO₄) (69) 硫酸銨 ((NH₄)₂SO₄)
 (70) 硫酸銨 ((NH₄)₂SO₄) (71) 硫酸銨 ((NH₄)₂SO₄) (72) 硫酸銨 ((NH₄)₂SO₄)
 (73) 硫酸銨 ((NH₄)₂SO₄) (74) 硫酸銨 ((NH₄)₂SO₄) (75) 硫酸銨 ((NH₄)₂SO₄)
 (76) 硫酸銨 ((NH₄)₂SO₄) (77) 硫酸銨 ((NH₄)₂SO₄) (78) 硫酸銨 ((NH₄)₂SO₄)
 (79) 硫酸銨 ((NH₄)₂SO₄) (80) 硫酸銨 ((NH₄)₂SO₄) (81) 硫酸銨 ((NH₄)₂SO₄)
 (82) 硫酸銨 ((NH₄)₂SO₄) (83) 硫酸銨 ((NH₄)₂SO₄) (84) 硫酸銨 ((NH₄)₂SO₄)
 (85) 硫酸銨 ((NH₄)₂SO₄) (86) 硫酸銨 ((NH₄)₂SO₄) (87) 硫酸銨 ((NH₄)₂SO₄)
 (88) 硫酸銨 ((NH₄)₂SO₄) (89) 硫酸銨 ((NH₄)₂SO₄) (90) 硫酸銨 ((NH₄)₂SO₄)
 (91) 硫酸銨 ((NH₄)₂SO₄) (92) 硫酸銨 ((NH₄)₂SO₄) (93) 硫酸銨 ((NH₄)₂SO₄)
 (94) 硫酸銨 ((NH₄)₂SO₄) (95) 硫酸銨 ((NH₄)₂SO₄) (96) 硫酸銨 ((NH₄)₂SO₄)
 (97) 硫酸銨 ((NH₄)₂SO₄) (98) 硫酸銨 ((NH₄)₂SO₄) (99) 硫酸銨 ((NH₄)₂SO₄)
 (100) 硫酸銨 ((NH₄)₂SO₄)

普通化學實驗

實驗之準備及初步工作

A 儀器用品之檢點 依照教員指定之桌位，將該試桌中所藏之儀器用品取出，一一加以檢視，察其有無破損。儀器之完整者，按照教員發給之儀器用品單，加以檢點，察其有無缺少，式樣是否符合。遇有破損、缺少、不符，可報告教員，由教員簽字，向用品室補換。補換齊全後，簽名於儀器用品單上，填註日期及試桌號數，交還教員。

B 本生燈之使用方法 將本生燈上之橡皮管與煤氣管接連，旋開龍頭，通入煤氣後燃着之。先將本生燈底部調節空氣之小孔關閉，使成多烟之黃色火焰，然後徐徐開放小孔，引入空氣，使火焰漸成藍色（此時溫度最高）如引入之空氣過多，則火焰將突然縮回，煤氣在燈之底部，即行燃着，同時發生吼聲。若然則旋閉煤氣龍頭，將調節空氣之小孔關閉後，再如前法燃着之。

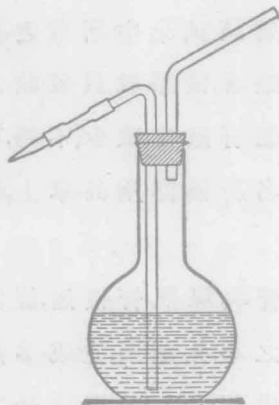
C 玻管之截斷與彎曲 欲使玻管截斷，可用三角銼按緊玻管，向前或向後一抽，令管上留一短深之切痕。然後兩手執管，將兩拇指並按切痕之後，輕輕向後一折，管即折為兩段。如切痕不深，不易折斷，可用三角銼再銼一次，然後再依上法折斷之。折斷後之玻管，應將該管端置於本生燈之藍色火焰中，使該處玻璃漸漸熔化而平光之。

欲將玻管彎曲，可插一魚尾燈頭（wing top）於本生燈上，使火焰散開。然後兩手持管，平放於此闊而扁之火焰中，向前或向後轉動，使玻管之加熱部分（約二吋長），熱度平均。待玻管十分柔軟後，迅即離去火焰，彎成需要之角度。彎玻管時不宜猶豫，應趁熱時一次彎成。

D 洗瓶之裝配及其使用方法 取一 500c.c. 大小之燒瓶，配一大小適合之二孔橡皮塞。參照次頁之圖（第 1 圖），彎成長短玻管各一，管端均用火平光之。俟玻管冷卻後徐徐插入橡皮塞中。玻管及瓶塞，均可用水使之潤

溼，然後插入玻管，輕輕向前移轉推進，用力切勿過猛，以防折斷玻管，傷及手指。與長管接連之管嘴 (nozzle)，亦係用玻管燒熱後拉成。置玻管於火焰中加熱，旋轉不停，直至加熱部分之管壁漸厚，同時管孔漸縮，隨即離去火焰，向外

拉長，冷卻後用銼切斷，復用火平光之即成。將此管嘴用不滿一吋長之橡皮管，與洗瓶之長管接連，瓶中洗淨後注入蒸餾水，即得一完好之洗瓶矣。

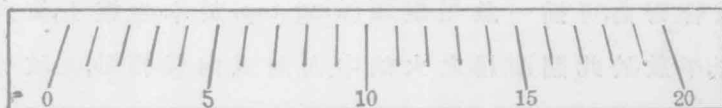


第 1 圖

洗瓶使用時，可用手執瓶頸，伸出食指與中指，夾住橡皮管。由短管吹氣入瓶，瓶內之水即由管嘴噴出。復運用兩指，可使噴出之水，上下左右，隨心所欲。惟瓶中之蒸餾水，專供洗滌用具及沉澱之用。需用少量之蒸餾水時，可倒轉洗瓶，令水由短管中流出。瓶塞及玻管，非必要時切勿由瓶中取出，取出後更不宜隨意棄置於試桌上。

E 分析天平之使用方法 使用分析天平之前，應先注意其鉛垂線 (plumb line)，藉知天平之位置，是否放平。天平之位置放平後，即可依下法求其零位 (zero point)。

徐徐旋轉天平下端之螺旋，令衡梁之支柱 (beam supporter) 下降，衡梁及其指示針 (pointer)，即能左右自由擺動。下圖 (第 2 圖) 示此針端後之分度標尺 (scale division)：



第 2 圖 天平上之分度標尺

指示針之擺動範圍，不宜過大。指示針向左右擺動時，即正對支柱，注視針端向左或向右擺動所達之分度，頻加練習，以期能讀至分度的十分之一。連續讀取五次 (右三次左二次，或左三次右二次)，然後求算擺動之中點，作為該天平未載重時之零位。例如：

	(左)	(右)	
	5.3	14.0	
	5.6	13.6	
	6.0		$\frac{5.6+13.8}{2}=9.7$ (未載重時之零位)
平均	5.6	13.8	

既知該天平未載重時之零位後，即可將欲權其重量之物件置於左盤，置砝碼於右盤，先估計物件之重量約為若干 gm. 然後先試以較大之砝碼，依次遞減，不足時則依次增加，直至載重時之零位(依上法求算)，多加 1mg.，則偏於未載重時零位之左，少加 1 mg.，則偏於其右(指較精確之天平而言，將衡梁上之游碼移動，每一分度代表 1mg.)。例如大小砝碼之總數為 15.123gm. 時零位為 10.8; 砝碼之總數為 15.124gm. 時零位為 9.2. 但未載重時之零位為 9.7, 可見該物件之重量，必大於 15.123gm., 而小於 15.124gm., 相差 0.001gm. (即 1mg.), 其零位即由 10.8 移至 9.2, 相差達 $10.8-9.2=1.6$. 如欲其零位適與未載重時之零位相同，則 15.123gm. 必需再加 $\frac{10.8-9.7}{1.6}$ mg. 而後可，或由 15.124gm. 減去 $\frac{9.7-9.2}{1.6}$ mg., 結果亦同。故該物件之準確重量為：

$$15.123+0.0007 \text{ 或 } 15.124-0.0003=15.1237\text{gm.}$$

如所用之天平，靈敏度較遜，衡梁上並無游碼，不能直接權得其 0.001gm. 時，亦可依照前法，將砝碼依次遞減或增加，直至少加一 10mg. 之砝碼，其零位尚偏於未載重時零位之右；多加一 10mg. 之砝碼，則偏至其左。依照上法，亦可求算其重量至最近之 0.001gm. 例如：

	(砝碼總數)	(零位)
	15.12 gm.	10.8
	15.13 gm.	9.2
相差	0.01 gm.	1.6

$$10.8-9.7(\text{未載重時之零位})=1.1$$

$$1.6:0.01=1.1:x \quad x=0.007$$

故其準確重量為 $15.12+0.007=15.127\text{gm.}$

F 使用天平時應注意之各點 (a) 秤盤上切勿直接放置試劑，應將試劑置於適當之容器中，如淺玻璃皿 (watch glass), 蒸發皿或燒杯之類，然後

置於秤盤上求其重量,由此減去容器之重量,即得該試劑之重量矣。燒杯等用具未冷卻前,或其外面未淨拭前,均不宜放於秤盤上。

(b) 衡梁擺動時切勿由秤盤上取下或加上砝碼或待秤之物件。物件或砝碼放上秤盤,或由秤盤上取下,必須先架起衡梁,以免損及支稜 (knife-edge)。

(c) 切勿用手提取砝碼。移動游碼或測求零位時,應將天平前之玻璃門關下。秤好後將秤盤中大小砝碼之和及游碼之位置 (即總重量) 隨即記下;並點視砝碼匣中之空位置,以證符記下之重量,有無錯誤。

(d) 天平各部,如發見有何不正常之情形,立即報告教員。

(e) 使用天平時,需竭力避免震動。除權重時,勿忘將衡梁架起。需知天平之靈敏,端賴其支稜保護之得法。

G 實驗時應注意之各點 (a) 實驗未開始前,應將實驗教程,完全閱讀一遍,以期對於該實驗之方法與目的,具充份之瞭解與認識。

(b) 實驗時應注重個人工作。遇有疑難,可參閱教科書或其他參考書,或直接詢問教員,切勿任意擾亂同學之實驗工作。

(c) 普通化學實驗之目的,不僅在獲取化學上之知識,其他如實驗之技巧,使用儀器之方法,研究科學之精神,均應加以注意。

(d) 實驗教程中隨處可遇見註於右上角之小數字,按此數字即指教程後面之問題,務必隨時解答之 (用藍墨水)。

(e) 液體試劑切勿任意攜至個人試桌上,用過後隨即還置原處。

(f) 液體試劑取用時不宜過多。苟教程中未詳細說明,則取用2-3c.c.已足。

(g) 作“定量”之實驗時應用分析天平;實驗之不涉及“定量”者,可應用普通天平或臺平 (platform balance)。

(h) 實驗完畢時應將一切用過之玻璃用具洗淨,桌面上亦應收拾清潔。

普通化學實驗

(1)

物理變化與化學變化

Physical and Chemical Changes

提要： 物質經物理變化後，僅變易其性質之一部分；經化學變化後，則其性質——特別是化性——將完全改變而成另一種或數種新物質。本實驗之目的，即係例解物理變化與化學變化之不同。

應用之試劑(註一)：

固體： 鋅粉 硫黃 重鉻酸鉀 氧化汞 蔗糖

溶液： 醋酸鉛 氯化汞 碘化鉀

應用之儀器用品(註二)： 坩堝 研鉢 硬質試管 蒸發皿 試管 漏斗 濾紙

(註一) HCl (12N, 6N), HNO₃ (15N, 6N), H₂SO₄ (30N, 6N), NaOH(6N), NH₄OH (6N), 均為常用之試劑,此處不復列入。

(註二) 此處列入者,係必需預先洗淨準備之儀器用品或特殊裝置,至於鐵架,漏斗架,試管架,坩堝鉗,三角架(陶土),本生燈等均不列入。

姓名.....

學程及組別.....

試桌號數.....

試驗日期.....

實驗〔 〕 物理變化與化學變化

A 置重鉻酸鉀約 5gm. 於坩堝中,初時微微加熱(置坩堝於三角架上),繼復加以劇熱,令其完全熔化,同時注意其熔化後之顏色⁽¹⁾。劇熱時面部切勿逼近坩堝,用坩堝鉗(crucible tong)鉗住坩堝,將其中熔化之重鉻酸鉀,傾入乾潔之研鉢(mortar)中,俟凝固後,復研碎之⁽²⁾。

將所得之產物與粉末狀之重鉻酸鉀詳加比較,察其性質已否改變——顏色是否相同,溶於水中後顏色是否相同,加入醋酸鉛溶液後結果是否相同⁽³⁾。

B 置氧化汞少許於硬質試管中,初時微加熱,察其顏色有無變化⁽⁴⁾。繼復加以劇熱,同時取一約六七吋之細長木片,燃其一端而吹熄之,趁其尚留紅熾之餘燼時,插入正在劇熱之試管中,管中如有氧氣放出,此木片當復能燃成火焰⁽⁵⁾。

C 取鋅粉(zinc dust)少許,置於坩堝中,加近乎等量之硫黃粉末而混和之,初時微微加熱,迨硫黃熔化後,即加以劇熱,直至未經變化之硫黃,完全氣化逸去,此時之坩堝,應加蓋以屏除空氣。

取出坩堝中之產物,與鋅粒及硫黃詳加比較,察其性質已否改變——顏色是否相同,注入數 c.c. 之稀鹽酸(6N),結果是否相同⁽⁶⁻⁷⁾。

D 於氯化汞溶液 10c.c. 中,加碘化鉀溶液 2c.c.⁽⁸⁾。將所得之沉澱濾出,依照教員之指示,將濾紙摺合於漏斗上,用試管承受濾液(filtrate),將濾紙上之沉澱(碘化汞),用玻棒刮下後,置於蒸發皿中,緩緩加熱,細察沉澱乾燥後之顏色有無變化⁽⁹⁾。冷卻後(用玻棒稍加刮擦)顏色是否復原⁽¹⁰⁻¹¹⁾。

E 取蔗糖約 2gm., 置於試管中加熱,直至不復有變化發生始止⁽¹²⁾。注意所得之渣滓溶入水中後,是否與普通之蔗糖溶液相同⁽¹³⁻¹⁴⁾。

問 題

(1) 重鉻酸鉀熔化時,顏色起何變化?

(2) 研碎後顏色起何變化?

(3) 原有物質(重鉻酸鉀) 最後所得之物質

顏色:

溶液之顏色:

加醋酸鉛溶

液後之結果:

依據試驗所得之結果,重鉻酸鉀之加熱熔化為物理變化,抑為化學變化?

(4) 氧化汞經微熱後,顏色起何變化? 此時顏色上之變化,為物理變化抑為化學變化? 如不能確定,可令其冷卻而察其能否恢復原來之顏色。

(5) 氧化汞經劇熱後,試管之管壁上有何物質生成? 此時之變化為物理變化抑為化學變化?

(6) 鋅 硫 最後所得之產物

顏色:

加稀鹽酸

後之結果:

(7) 依據試驗之結果,銻與硫之混和加熱為化學變化,抑為物理變化?

(8) 結果:

化學變化抑係物理變化?

(9) 此沉澱乾燥後顏色起何變化?

(10) 沉澱冷卻後,顏色是否復原?

(11) 沉澱 (碘化汞) 顏色之變化為物理變化,抑為化學變化?

(12) 蔗糖加熱後之變化若何?

(13) 依據試驗之結果,蔗糖加熱後之變化,為物理變化抑為化學變化?

(14) 試另舉述物理變化之例三則,化學變化之例三則。

物理變化:

化學變化:

普通化學實驗

(2)

溶解、混合及反應

Dissolving, Mixing and Reacting

提要: 二種物質混和後之結果:(1)各不相擾而成一混合物;或(2)互相溶解而成溶液;或(3)互相反應而成一種或數種新物質。本實驗之目的,除例解上列三種可能之結果外,尚足引為各種簡單實驗技術之訓練。讀者作本實驗時,對於各種基本工作如溶解、試管之加熱、傾瀉、過濾、蒸發、研磨等,均需特別注意其正常之訓練。

應用之試劑:

固體: 鋅粒 硫酸鈣 硝酸鈉 酒石酸 重鉻酸鉀 碳酸氫鈉

溶液: 氯化鈉 硝酸銀 硫代硫酸鈉

應用之儀器用品: 試管 漏斗 濾紙 淺玻璃皿 研鉢 蒸發皿

姓名.....

學程及組別.....

試桌號數.....

試驗日期.....

實驗〔 〕 溶解、混合及反應

A 取固體硝酸鈉 (NaNO_3)、重鉻酸鉀 ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$)、硫酸鈣 (CaSO_4) 各少許，分盛於三試管中。各試管中加蒸餾水 10-15c.c.，依次加以震搖。注意各試管中之固體是否溶解。如不十分溶解，可加熱使沸而觀察其結果。加熱時試管應時時搖動，管口切勿直對鄰近或對面之同學。試管中如有多量之液體，宜先使液體之上層加熱，切勿專熱試管底部。如僅使底部之液體加熱，則底部之蒸氣（通常為蒸汽），將沖出液面，試管中之液體，將突然噴出於管外矣。如沸熱後仍不十分溶解，可靜置一旁，任令該試管中之固體下沉於底部，將上層之澄清溶液，傾泌數滴於淨潔之淺玻璃皿 (watch glass) 上。如試管中之液體不易澄清，可使之過濾。用淨潔之淺玻璃皿，承受濾液數滴。然後手執本生燈，使火焰下向液面，左右移動。俟傾泌或濾下之溶液蒸發乾後，如留有若干固體渣滓，則該物質可稱為微溶於水⁽¹⁻³⁾。

B 物質溶於水中後，不一定與水發生反應。如並未發生反應，則僅需使之蒸發，即可得原有之物質。如係發生反應，則必有發生反應之現象，如溫度升高、發生氣體及生成其他迥異於前之物質等等。

取一試管，盛水約 10c.c.，徐徐注入濃硫酸 5c.c.，同時將試管輕輕搖動⁽⁴⁾。試管口切勿直對面部。注意吾人祇可將濃硫酸徐徐滴入水中，切不可將水滴入濃硫酸。因將水注入濃硫酸，常浮於上層。一經搖和，則巨量之熱，發生於片刻之間，結果頗危險！

C 取碳酸氫鈉 (NaHCO_3) 及酒石酸 ($\text{H}_2\text{C}_4\text{H}_4\text{O}_6$) 各約 1gm.，分別置於研鉢中研細後混和之⁽⁵⁾。將此混合物傾入一試管，加水 10c.c.，察其有無變化⁽⁶⁻⁷⁾。

D 取氯化鈉溶液 10c.c.，分盛於二試管中。二試管中各注入硝酸銀溶液數滴，迅即將一試管移置暗處，另一試管則曝露於直射或漫射之日光中。半小時後比較二試管中沉澱 (氯化銀) 之顏色⁽⁸⁾。將置於暗處之試管，傾去其

上層之溶液,注入硫代硫酸鈉之濃溶液,搖和後察其是否溶解⁽⁹⁻¹⁰⁾。

E 置鋅一小粒於試管中,加稀鹽酸 5c.c.⁽¹¹⁾俟作用停止後,濾去未溶之鋅,將濾液收集於蒸發皿中,蒸發使乾,細察所得之渣滓,是否與原來之鋅相同⁽¹²⁻¹⁵⁾。

問 題

- (1) 此三種物質,何者完全溶於冷水中,何者溶於熱水中,何者僅微溶於水?
- (2) 如係僅微溶於水之物質,作上項試驗時,何以必須用蒸餾水?
- (3) 混合物與溶液有何分別?
- (4) 濃硫酸滴入水中時,有何發生反應之現象?
- (5) 碳酸氫鈉與酒石酸之固體,混和後有變化發生否?
- (6) 加水後有何變化?

(7) 解釋:

水加入反應否?

(8) 結果:

(9) 氯化銀沉澱溶解於硫代硫酸鈉溶液中否?

(10) 氯化銀之溶解,是否與普通之溶解相同,抑係與硫代硫酸鈉溶液發生反應(參閱本實驗B與E)?

(11) 有何變化?

(12) 所得之渣滓呈何顏色? 與原來之鋅是否相同?

(13) 由(12)可得何項結論?

(14) 物質如何始得稱為已起化學反應?

(15) 化學反應如何始得稱為直接化合(direct union)?

普通化學實驗

(3)

定比例定律

Law of Definite Proportion

提要： 定比例定律亦稱重量關係定律 (Law of Invariable Weight Relation). 在本實驗中,吾人以過量之鹽酸,處理定量之碳酸氫鈉,察其所得之產物,重量上是否與碳酸氫鈉具一定之比例,與方程式(即平衡的反應式)中標記者是否符合

應用之試劑：

固體： 純碳酸氫鈉

應用之儀器用品： 熱水鍋 蒸發皿 玻璃三角架 淺玻皿

姓名.....

學程及組別.....

試桌號數.....

試驗日期.....

實驗〔 〕 定比例定律

教員注意：學生作本實驗之前，應由教員將天平之使用方法，使用天平時應行注意之各點，詳加指示。支稜、秤盤及砝碼之如何保護，尤應特別注意。洗瓶之使用方法，亦應預使學生訓練嫻熟。詳見本書‘實驗之準備及初步工作’D、E及F。

取一乾潔之蒸發皿，置於天平上，權至最近之 0.0001gm.，或至最近之 0.001gm.，將蒸發皿取下，裝入純碳酸氫鈉 (NaHCO_3) 約 1.5gm.，復置於天平上，權得其準確之重量，一一填註於表中⁽¹⁾。

蓋上淺玻皿，用玻管或吸量管 (pipette) 由旁徐徐滴入純稀鹽酸，使碳酸氫鈉漸次溶解，直至稍加震搖，不復有氣泡發生始止。

淺玻皿之底面，當有反應所得之溶液噴濺於其上，可用洗瓶沖洗之，使仍流入蒸發皿中。然後置此蒸發皿於熱水鍋 (hot water bath) 上，用玻璃棒彎成之三角架使淺玻皿架起，俾蒸汽得自由逸出，同時不致有塵灰飛入。迨蒸發乾後，移至陶土三角架上，手執本生燈，離蒸發皿稍遠，微微加熱，以除去蒸發未盡之水分⁽³⁾。

俟蒸發皿冷卻後⁽⁴⁾，置於天平上，權得其準確之重量，亦填註於表中⁽¹⁾。

問 題

(1)

蒸發皿加碳酸氫鈉之重量	gm.
蒸發皿之重量	gm.
碳酸氫鈉之重量	gm.
蒸發皿及渣滓之重量	gm.

蒸發皿之重量..... gm.

渣滓之重量..... gm.

(2) 試作一平衡的反應式,以示 NaHCO_3 與 HCl 之反應.

(3) 蒸發皿中所得之渣滓為何物質?

(4) 蒸發皿應俟冷卻後,始可置於天平上權其重量,何故?

(5) 依據實驗之結果,計算由 NaHCO_3 1gm. 可得 NaCl 若干 gm..

(6) 依據方程式(2),計算由 NaHCO_3 1gm. 應得 NaCl 若干 gm..

(7) 差誤百分率 (percentage of error):

(8) 過量之純鹽酸,對於本實驗有無妨礙? 何故?

(9) 試述定比例定律,並以本實驗之結果例解之。

(10) 何謂組成不變定律 (Law of Constant Composition)? 與定比例定律具若何之關係?

*(11) 在某反應中, A 50份 (以重量計) 與 B 35份反應而成 C 45份及若干 D, 問 D 之重量, 應為若干份? 試舉述援引之定律。

*(12) 鉛與氧依數種不同之比率化合而成數種不同之氧化物, 此項事實是否與組成不變定律有所抵觸? 何故?

*(13) 三氯甲烷 (chloroform, CHCl_3) 一克分子中所含之元素各重若干? 氯佔全重百分之幾?

普通化學實驗

(4)

氧之製取及其性質

Preparation and Properties of Oxygen

提要： 本實驗之目的：(1)排水集氣法之練習，(2)證示氧之助燃性質及(3)例解兩種氧化物——金屬氧化物（成鹽基氧化物）及非金屬氧化物（成酸氧化物）——之反應。

應用之試劑：

固體： 氯酸鉀 硫黃 赤磷 鎂帶 二氧化錳 細鐵絲

應用之儀器用品： 裝置(第3圖) 廣口瓶四只 玻璃片(四) 燒勺
濾紙 漏斗 蒸發皿

姓名.....

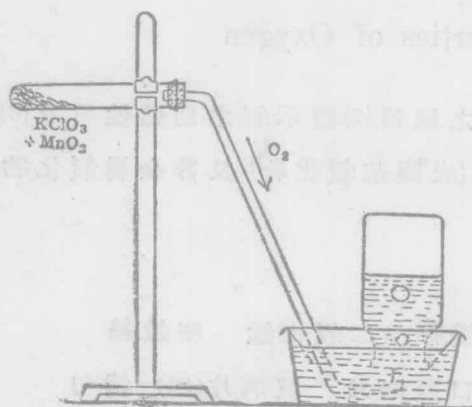
學程及組別.....

試桌號數.....

試驗日期.....

實驗〔 〕 氧之製取及其性質

A 取氯酸鉀(KClO_3) 8gm., 二氧化錳(MnO_2) 3gm. (用臺平秤之), 分別置於研鉢中研碎之然後置於紙上混和而裝入一乾燥之硬質試管中復集合



第 3 圖

如左圖(第3圖)所示之裝置。試管中之混合物,務必鋪平,使發生之氧氣,得有自由逸出之孔道。導氣管之一端,需放於集氣槽(pneumatic trough)內瓶架小孔之下面,俾氧氣得由此小孔上昇而集於滿盛水之倒置廣口瓶中。一切準備後,即使此試管緩緩加熱(先熱近管口之混合物),令氧氣徐徐逸出,共收集四瓶。瓶中之水完全排除後,即在水內

用玻璃片蓋好,取出後一一仰置桌上⁽¹⁾。試管繼續加熱,直至水中不復有氧氣逸出始止。停止加熱前,務必先將導氣管由水中取出⁽²⁾。試管中之剩餘物勿棄去,留待後用(C)。

B 置硫黃少許於燒勺(deflagrating spoon)中,使之燃着,伸入第一瓶氧氣內。注意燃燒之強度及其火焰之顏色,與在空氣中燃燒時比較⁽³⁻⁴⁾。注入水約10c.c.,蓋好,加以震搖,用石蕊試紙試驗所得之溶液⁽⁵⁾。

將燒勺內剩餘物括去,裝入赤磷少許,用第二瓶氧氣作同樣試驗⁽⁶⁻⁸⁾。

取長約吋餘之鎂帶,以坩堝鉗鉗其一端,置另一端於火焰上燃着後立即伸入第三瓶氧氣中⁽⁹⁾。注入水少許,震搖後同樣以石蕊試紙試驗所得之溶液⁽¹⁰⁾。

第四瓶氧氣中,需預注入水少許(約半吋深)。取長約六七吋之細鐵絲一根,以坩堝鉗鉗其一端,另一端繫一火柴梗,令火柴梗燃着,伸入瓶中,注意

細鐵絲燃燒之現象⁽¹¹⁾。火柴梗不過為引火之用，鐵絲端蘸硫少許，亦可達同樣目的。

C 硬質試管(A)中注入沸熱之水而震搖之，復令所得之溶液過濾⁽¹⁵⁾。置濾液於蒸發皿中，使之蒸發至乾，同時解答問題⁽¹²⁻¹⁴⁾。試取蒸發所得之渣滓，與原來之氯酸鉀詳加比較——稍嘗其味，比較其溶解之難易等⁽¹⁶⁻¹⁸⁾。

問 題

(1) 吾人用排水法收集氧氣，係利用氧氣之何項性質？

(2) 停止加熱前何以必須先由水中取出導氣管？

(3) 強度 火焰之顏色

硫黃在空氣中燃燒：

硫黃在氧氣中燃燒：

(4) 硫黃燃燒所得之產物為何？有異臭否？

(5) 石蕊試紙試驗之結果：

(6) 強度 火焰之顏色

赤磷在空氣中燃燒：

赤磷在氧氣中燃燒：

(7) 赤磷燃燒所得之產物為何？有異臭否？

(8) 石蕊試紙試驗之結果：

(9) 鎂帶在氧氣中燃燒之現象若何?

(10) 石蕊試紙試驗之結果:

(11) 鐵絲燃燒時之現象:

(12) 試作平衡的反應式,以示此四種物質(硫,磷,鎂,鐵)在氧氣中燃燒時之反應.

(13) 所得之氧化物中,何者溶於水中而呈酸性反應? 試分別作其方程式.

(14) 金屬氧化物溶於水中後,可得何種產物?

(15) 濾紙上所得之黑色物質為何?

(16) 濾液蒸發乾後,所得之渣滓為何物質?

(17) 二氧化錳之功用何在?

(18) 試作平衡的方程式,以示由氯酸鉀加熱製取氧氣之反應.

普通化學實驗

(5)

空氣之組成

The Composition of Air

提要： 一氣體在混合氣體中之分壓 (partial pressure), 與該氣體之分子數成正比, 而幾與其他氣體無關。此混合氣體之總壓, 等於各組成氣體分壓之和, 此即 Dalton 氏之分壓定律是也。故由各組成氣體之分壓, 即可求算此混合氣體之體積組成; 反之由其體積組成, 亦可求算各組成氣體之分壓。本實驗即基此原理, 測求空氣之組成, 藉以例證 Dalton 氏之分壓定律。

應用之試劑：

固體： 銅片

吸氣瓶中之混合液： NH_4Cl , 300gm.; NH_4OH (濃), 1000c.c.; H_2O , 1000c.c.

量氣管中之溶液： 稀硫酸 (約 1N)。

應用之儀器用品： 吸氣瓶與量氣管 (第 4 圖)

姓名.....

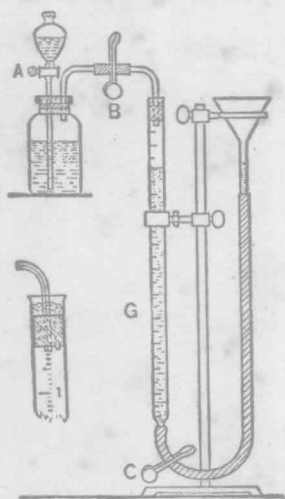
學程及組別.....

試桌號數.....

試驗日期.....

實驗〔 〕空氣之組成

裝置如下圖(第4圖)所示。先將量氣管G(measuring tube)與左端之吸氣瓶[absorbing bottle(註一)]拆開。放鬆管夾B與C,將漏斗移上,令量氣管中原有之空氣完全驅出。然後將漏斗下降,令量氣管中稀硫酸(約1N)之液面,降達45至50c.c.之間。將管夾B旋緊(C仍放鬆),執漏斗於手中,上下移動,令漏斗中之液面與量氣管中之液面相並。然後將C夾緊,同時記取量氣管中潮溼空氣之準確體積⁽¹⁾。



第4圖

注意吸氣瓶中除銅片外必須滿盛混合液,滴液漏斗中,亦須盛有若干c.c.之混合液。將量氣管與吸氣瓶接連,放鬆管夾B與C,滴液漏斗之栓塞A,亦須旋開。將漏斗向上移動,令量氣管中之空氣,完全驅入吸氣瓶中。然後將B夾緊,栓塞A關住,滴液漏斗上加軟木塞。輕輕將吸氣瓶搖動,令空氣易為吸氣瓶中之混合液所吸收。約十分鐘後,除去軟木塞,放鬆管夾B,旋開栓塞A,將漏斗下降,令空氣完全回至量氣管中。然後夾緊B,依上法湊平液面而記取管中剩餘空氣之體積(必已較少於前)。

復依上法將空氣再度驅入吸氣瓶中,搖動2-3分鐘,再回入量氣管中,察剩餘空氣之體積有無改變,吸收已否完全(連續二次之結果,相差不得過0.2c.c.)。

此剩餘之空氣中,大部分為氮,並含有若干氫與水氣及微量之其他氣體。記取實驗時之大氣壓力(校正至 0°C .,附錄一)及溫度⁽¹⁾。復由本書附錄二,

(註一) 此處之吸氣瓶,如代以Chapin: Exercises in Second Year Chemistry, p.20所示之球形吸氣管(absorption pipette)則尤佳。

查得該溫度時之水蒸氣壓力⁽¹⁾。假定氫之分壓為總壓(校正後之大氣壓力)之0.8%。由氧之體積(被吸收之一部分)即可求算氧之分壓。餘下之壓力,即為氮之分壓(其他微量之氣體不計)。由空氣中各組成氣體(氧、氮、水氣、氫,其他)之分壓,即可求算空氣之體積組成⁽²⁻⁶⁾。

問 題

- | | | |
|-----|----------------------|------|
| (1) | 溫度(實驗室內)..... | °C. |
| | 氣壓計高度..... | mm. |
| | 氣壓計附近之溫度..... | °C. |
| | 校正至 0°C. 時之大氣壓力..... | mm. |
| | 室內溫度時之水蒸氣壓力..... | mm. |
| | 空氣之體積..... | c.c. |
| | 剩餘空氣之體積..... | c.c. |
| | 第一次..... | c.c. |
| | 第二次..... | c.c. |
| | 第三次..... | c.c. |
| | 氧之體積(被吸收之一部分)..... | c.c. |
| | 氧之百分率(體積)..... | % |
| (2) | 氫之分壓(總壓之0.8%): | |

氫之百分率(體積):

(3) 水氣之百分率(體積):

(4) 氧之分壓:

(5) 氮之分壓:

氮之百分率(體積):

(6)

	分 壓	百 分 率(體 積)
氮(及微量之其他氣體)		
氧.....		
氫.....		
水氣.....		
總 計		

(7) 量氣管及漏斗中之液體,何以用稀硫酸而不用普通之水?

(8) 氮 280gm. 與氧 640gm. 之混合氣體中,氮與氧之克分子數各為若干?

克分子分式(mole fraction)各為若干? 如此混合氣體之總壓為 600mm., 氮氧二氣之分壓各為若干?

普通化學實驗

(6)

擴散 (Graham 定律)

Diffusion, Graham's Law of Inverse Proportion

提要： 任何氣體或液體，其各個分子之運動甚速，苟非與其他分子或容器之器壁相撞，使其不得不改變方向外，恆向直線自由飛動，故氣體或蒸氣之密度，雖有不同，一旦相遇，即自行混合，類此一物質由甲地向乙地移動，或物質因其各個分子之運動而混和，均稱為擴散。

在同溫度時，分子愈輕，運動愈速，故較輕之氣體，擴散較速。

應用之試劑：

溶液：	$\text{Na}_2\text{SiO}_3(1.06)$	$\text{HC}_2\text{H}_3\text{O}_2(\text{N})$	K_2CrO_4
	剛果紅	AgNO_3	KMnO_4

應用之儀器用品：粗玻璃管(約 $2 \times 100\text{cm.}$) 燃燒艇(二只) 米尺
量筒 試管(連軟木塞)

姓名.....

學程及組別.....

試桌號數.....

試驗日期.....

實驗〔 〕擴散

A 取一粗玻璃管(直徑約2cm.,長約100cm.),橫置於桌上,或平夾於鐵架上.另取濃鹽酸及氫氧化銨之濃溶液各若干c.c.,分盛於二瓷皿(燃燒艇, combustion boat)中.同時塞入玻管之兩端,迅即以軟木塞塞住管口.此時氫與氯化氫之氣體,均在玻管內擴散.迨二氣體相遇,即反應而成氯化銨之白色烟圈.記取生成白色烟圈所需之時間⁽¹⁾.在最初生成白色烟圈之處,作一記號,然後用米尺(meterstick)測量二氣體擴散所經之距離⁽²⁾.

依據Graham定律⁽³⁾,計算二氣體應在何處相遇⁽⁴⁾,復與試驗所得之結果比較⁽⁵⁻⁷⁾.注意此白色烟圈向何方擴張,並解釋之⁽⁸⁾.

B 用量筒量取比重為1.06之矽酸鈉(即水玻璃)溶液25c.c.,傾入燒杯中加醋酸之稀溶液(1N)25c.c.而混和之.量筒或其他玻璃用具,應隨即洗淨,因矽酸鈉溶液對於玻璃有侵蝕性.

將所得之溶液,分盛於三試管中.第一第二試管,稍使加熱,然後以冷水使之冷卻.此時試管中之溶液,應在十分鐘內即行凝凍,否則照前法另行配合,加熱稍使濃縮.

此二試管中之溶液凝凍後,第一試管中加高錳酸鉀溶液少許,第二試管中加剛果紅溶液(congo red)少許,加塞以防水之蒸發.隔數日後觀察所得之結果⁽⁹⁻¹⁰⁾.

第三試管中先加鉻酸鉀溶液少許(不滿1c.c.),稍加熱,復令其凝凍.俟完全結成膠凝體(gel)後,注硝酸銀溶液少許於其上,用軟木塞或棉花塞住管口.隔數日後觀察所得之結果⁽¹¹⁾.

硝酸銀向膠凝體中擴散,與鉻酸鉀反應而成鉻酸銀.試另取一試管,使硝酸銀與鉻酸鉀在水溶液中反應,比較所得之結果⁽¹²⁾.

問 題

- (1) 生成白色烟圈所需之時間:
- (2) 生成之白色烟圈,離氫氧化銨若干 cm.? 離鹽酸若干 cm.?
- (3) Graham 定律:
- (4) 依據 Graham 定律,此白色烟圈應離氫氧化銨若干 cm.? 應離鹽酸若干 cm.?
- (5) 與試驗所得之結果,相差若干 cm.?
- (6) 假定已知 HCl 之分子量為 36.468, 依據試驗所得之結果,計算 NH_3 之分子量

(7) 差誤百分率:

(8) 白色烟圈向何方擴張? 何故?

(9) 結果:

(10) 高錳酸鉀與剛果紅之擴散速度比較若何? 如何解釋之?

(11) 結果:

(12) 鉻酸銀之析出,何以在水溶液中較速?

普通化學實驗

(7)

測求氧之密度

To Determine the Density of Oxygen

提要： 本實驗用間接方法，測求氧之密度。取一定量之氯酸鉀（與二氧化錳混和），加熱使發生氧氣，排出瓶中之水，由氯酸鉀混合物減少之重量，及排出水之體積，即可測知氧氣之重量及其所佔之體積，由此即可求算其密度。

應用之試劑：

固體： 氯酸鉀 二氧化錳

應用之儀器用品： 裝置（第5圖）

姓名.....

學程及組別.....

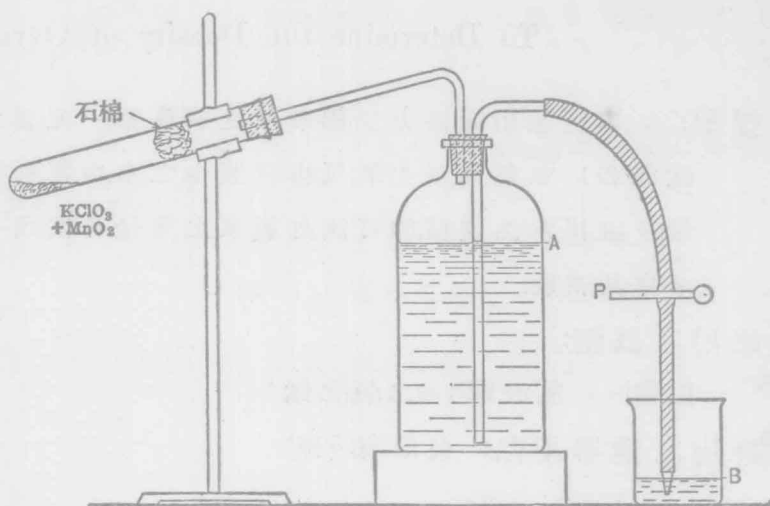
試桌號數.....

試驗日期.....

實驗〔 〕 測求氧之密度

取氯酸鉀約4gm.及二氧化錳約1gm.,研細混和後,裝入乾潔之硬質大試管中,試管之上端,塞入石棉少許(如圖).置於天平上,權至其最近之0.001 gm. 填入右頁之表中⁽¹⁾.

圖中之A瓶,滿盛以水,吹氣入瓶,使引至燒杯B中之虹吸管,亦為水所充滿,然後將管夾P(pinch cock)夾緊,裝上已秤好之試管,此時將P開放,當不復有多



第 5 圖

量之水流,否則必有漏氣處,必須加以糾正,燒杯中注入水少許,將虹吸管之尖端放入(注意管內應不復有空氣泡),將P開放,持杯上下移動,令瓶內與燒杯內之水面相並,再將P夾緊,此時瓶內外之壓力必等。

傾去燒杯中之水後,仍置原處,或另易一乾潔之大燒杯,以承受氧氣發生時由瓶中排出之水,將P開放,如有少量之水流,切勿棄去,任其保留於燒杯中可也,至此將試管微微加熱,至燒杯中之水已達三分之二(約500c.c.),即停止加熱,加熱時應注意勿使氧氣逸出過速,否則瓶中之水一時不及排出,將使瓶塞彈出,以致前功盡棄也,停止加熱後,虹吸管之尖端,切勿急由水中取出,俟全部裝置冷卻,然後校準瓶內與燒杯內之水面,將P夾緊,取出虹吸管,以量筒測計燒杯中之水為若干c.c.(填入右頁之表中),此即氧氣在試

驗狀況時所佔之體積也。

取下試管後，復置於天平上權得其重量，並記取實驗室內之溫度與氣壓，及氣壓計附近之溫度，一一填註於本頁之表中⁽¹⁾。由校正至0°C.之氣壓(本書附錄一)減去室內溫度時之水蒸氣壓力(附錄二)，即得瓶中氧氣之壓力。

將氧氣之體積，複算至標準狀況時所應有之體積⁽²⁾。復依次求算氧氣1升之重量(即氧之密度)，及其差誤百分率⁽³⁻⁶⁾。

問 題

(1)

試管與混合物之重量(試驗前)	gm.
試管與混合物之重量(試驗後)	gm.
氧之重量	gm.
燒杯中水之體積(即氧之體積)	c.c.
室內溫度	°C.
氣壓計高度	mm.
氣壓計附近之溫度	°C.
校正至 0°C. 時之氣壓	mm.
室內溫度時之水蒸氣壓力	mm.
氧氣之壓力	mm.
複算至標準狀況時之體積(2)	c.c.
氧氣在標準狀況時之密度(3)	gm./l.
由其分子量求算之密度(4)	gm./l.
差誤百分率(5)	%

(2) 體積之複算(填入表中):

$$P_1 = \quad \text{mm.} \quad T_1 = \quad V_1 = \quad \text{c.c.}$$

$$P_2 = \quad \text{mm.} \quad T_2 = \quad V_2 = \quad ? \quad \text{c.c.}$$

$$V_2 = \underline{\hspace{2cm}}$$

-
- (3) 氧氣在標準狀況時之密度為若干 gm./l. (填入表中)?
- (4) 依據氧之分子量,其密度應為若干(結果填入表中)?
- (5) 差誤百分率(結果填入表中):
- (6) 計算氧氣之壓力時,何以需由大氣壓力減去水蒸氣壓力?
- * (7) 壓力為 735mm., 溫度為 18°C . 時,由水面上收集某氣體,得 15.6 c.c. 若 18°C . 時之水蒸氣壓力為 15mm., 該氣體在標準狀況時之體積應為若干 c.c.?
- * (8) 在標準狀況時,空氣 1 l. 重 1.293gm., 在 720 mm. 之壓力下,空氣 1 l. 重 1gm., 試求此時之溫度.

普通化學實驗

(8)

分子量之測定

The Determination of Molecular Weight

提要： 本實驗測求三氯甲烷(chloroform)之蒸氣佔有一固定容積時之重量，藉以測定其分子量，與 Dumas 氏方法之原理相同。

應用之試劑： 三氯甲烷(或其他揮發性液體，由教員指定)

應用之儀器用品： 燒瓶(250c.c., 連軟木塞及管嘴, 第6圖) 熱水鍋

姓名.....

學程及組別.....

試桌號數.....

試驗日期.....

實驗〔 〕 分子量之測定

取一乾潔之燒瓶(250c.c.)，裝一軟木塞，插入一吋餘長之管嘴(nozzle，如圖)。勿令管嘴露出軟木塞之下端，裝好後置於天平上，權得其準確之重量，注入



第 6 圖

三氯甲烷(或由教員指定之其他揮發性液體)約 5c.c.，加塞後令燒瓶全部(軟木塞及管嘴除外)浸於熱水鍋中，慎勿令水氣凝結於軟木塞上。繼續加熱，令熱水鍋中之水，達於沸點，直至燒瓶中之三氯甲烷完全氣化後，再等候 3 分鐘(註一)。記取熱水鍋中之準確溫度，然後取出燒瓶，以毛巾拭乾瓶外之水。俟完全冷卻後，再置於天平上，權得其重量(註二)。記取實驗時之氣壓計高度(校正至 0°C ，本書附錄一)，將所得之記錄，一

一填註表中⁽¹⁾。設法測計燒瓶之容量⁽²⁾，由此即得三氯甲烷蒸氣所佔之容積。既知三氯甲烷之重量，及其蒸氣所佔之容積，即可求算其密度及分子量^(註三)⁽²⁻⁷⁾。

(註一) 三氯甲烷氣化時之最高溫度為 61.2°C ，故完全氣化後，必須再等數分鐘，其蒸氣始克達與熱水鍋相同之溫度。

(註二) 燒瓶由熱水鍋中取出後，三氯甲烷之蒸氣即行凝結，同時空氣由管嘴引入。幸稱空瓶時亦有空氣在內，故兩次重量之差，即為佔有燒瓶全容積之三氯甲烷蒸氣(已凝為液體後)之重量。

(註三) 三氯甲烷之分子量，可依照前實驗(7)所採用之方法，先求算其密度(gm./l.)，然後以 22.4 乘之即得。但亦可採用公式

$$PV = \frac{W}{RT}$$

直接由其重量(代入式中之 W)，實驗時之壓力(P)，氣化後所達之溫度(T)，及燒瓶之容量(V)求算之。式中之 R 為常數。如 P 以氣壓計，V 以升計，則 $R=0.082$ 。

問 題

(1)

燒瓶 + 三氯甲烷蒸氣(凝結後)之重量(軟木塞、管嘴、空氣均在內).....	gm.
燒瓶之重量(軟木塞、管嘴、空氣均在內).....	gm.
三氯甲烷之重量.....	gm.
三氯甲烷氣化後所達之溫度.....	°C.
氣壓計高度.....	mm.
氣壓計附近之溫度.....	°C.
校正至 0°C. 時之大氣壓力.....	mm.
燒瓶之容量.....	c.c.
三氯甲烷蒸氣複算至標準狀況時所佔之容積 (3).....	c.c.
三氯甲烷之密度 (4).....	gm./l.
三氯甲烷之分子量 (4).....	
差誤百分率 (6).....	%

(2) 如何測計燒瓶之容量?

(3) 三氯甲烷蒸氣複算至標準狀況時所佔之容積(填入表中):

(4) 求算三氯甲烷蒸氣之密度(gm./l.)及其分子量(填入表中):

(5) 採用前頁註三中之公式,直接求算三氯甲烷之分子量(應與上法求得者同).

(6) 差誤百分率(填入表中):

(7) 試列舉本實驗之結果不甚準確可靠之原因.

普通化學實驗

(9)

化學式之推演

Derivation of a Chemical Formula

提要： 在本實驗中，吾人以硝酸處理一定量之金屬錫，由所得氧化錫之重量，即可求算氧化錫之百分率組成 (percentage composition)，既知其百分率組成，及氧與錫之原子量，即可求算其化學式。

但吾人並未求其分子量，故所得之化學式，係習用式 (conventional formula) 而非分子式 (molecular formula)。

應用之試劑：

固體： 純錫箔

應用之儀器用品： 蒸發皿 玻璃三角架 淺玻璃皿 熱水鍋

姓名.....

學程及組別.....

試桌號數.....

試驗日期.....

實驗〔 〕 化學式之推演

預備一乾潔之蒸發皿，置於天平上，權得其準確之重量(至最近之0.0001 gm. 或 0.001gm.)，取純錫箔約1gm.，置於蒸發皿中，復權得其重量，一一填註於右頁之表中⁽⁵⁾。

上覆以淺玻璃皿，由旁徐徐注入純濃硝酸10c.c.，置此蒸發皿於熱水鍋上，以達完全溶解之目的。苟發現尚有未盡溶解之金屬，則再加硝酸數滴。淺玻璃皿背面濺着之物質，可用洗瓶沖入蒸發皿中。然後置此不加蓋之蒸發皿(或以玻璃棒彎成之三角架架起淺玻璃皿)於熱水鍋上蒸發至乾。俟蒸發皿中之渣滓⁽¹⁻²⁾，似已蒸乾後，即移置三角架(陶土)上，執燈於手中，直接緩緩加熱，至不復有赤褐色之烟霧發生始止。加熱時務必十分留意，切勿操之過急。否則蒸發皿中之固體渣滓，有濺出之虞，若然則前功盡棄矣。最後劇熱蒸發皿之各部，然後任其冷卻而權得其重量。

求精確計，使蒸發皿再度加熱，冷卻後再秤一次，觀兩次秤得之結果，是否符合。如兩次相差達0.0005gm. (或0.005gm.，視所用天平之靈敏度而定)，則應再加以劇熱，務使連續兩次秤得之結果，相差在0.0005gm. (或0.005gm.)以內，始可作為正式記錄⁽⁵⁾。

此時蒸發皿中之渣滓⁽³⁻⁴⁾，宜暫時加以保留，將所得之結果(百分率組成)請示於教員，教員是否認為滿意。如蒸發時未有物質濺出而所得氧之百分率太低，則似乎尚有未盡氧化之錫。可再以濃硝酸潤溼之，再使之蒸發，冷卻後再權其重量，觀其能否得較佳之結果⁽⁵⁻¹¹⁾。

問 題

- (1) 此渣滓為何物?

(2) 方程式:

(3) 蒸發皿中烘乾後之渣滓為何物?

(4) 方程式:

(5) 蒸發皿 + 錫箔之重量	gm.
蒸發皿之重量	gm.
錫箔之重量	gm.
蒸發皿 + 氧化物之重量 (正式記錄)	gm.
第一次	gm.
第二次	gm.
第三次	gm.
氧化物之重量	gm.
氧之重量	gm.
氧之百分率 (6)	%
錫之百分率 (6)	%

(6) 依據錫與氧之重量,計算氧化錫之百分率組成(填註上表).

(7) 錫 (Sn) 之原子量爲 _____, 氧之原子量爲 _____. 試由氧化錫之百分率組成(6), 測求其化學式.

(8) 試由氧化錫之公認化學式, 求算氧與錫之百分率.

(9) 本實驗之差誤百分率:

(10) 本實驗所得結果之差誤, 其最大之原因為何?

(11) 除本實驗所採用之方法外, 尚有何法可以測求氧化物之百分率組成?

普通化學實驗

(10)

氫之製取及其還原性質

Preparation of Hydrogen
and Its Reducing Property

提要： 本實驗之範圍，除氫之實驗室製取法及其還原性質外，尚涉及(1)金屬之活動性，(2)酸之強弱，(3)金屬氧化物之組成，及(4)倍比定律(Law of Multiple Proportion)。

應用之試劑：

固體： 鋅粒 銅片 鋁片 錫粒 鐵片 氧化銅 氧化亞銅(註一)

液體： 稀醋酸(6N)

應用之儀器用品： 試管 硬質試管 Kipp發生器(H₂)

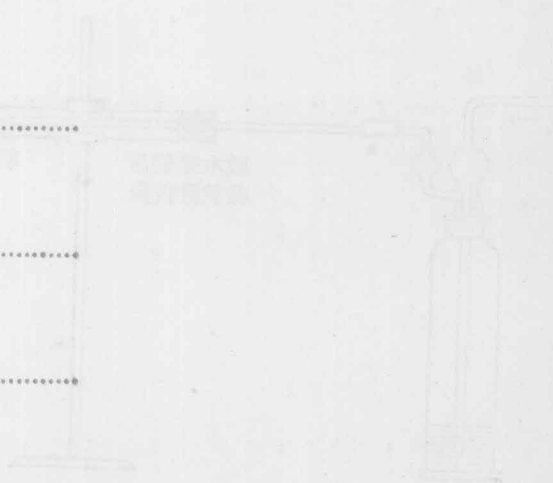
(註一) 氧化亞銅需用製備未久或保藏完好者。

姓名.....

學程及組別.....

試桌號數.....

試驗日期.....



實驗〔 〕 氫之製取及其還原性質

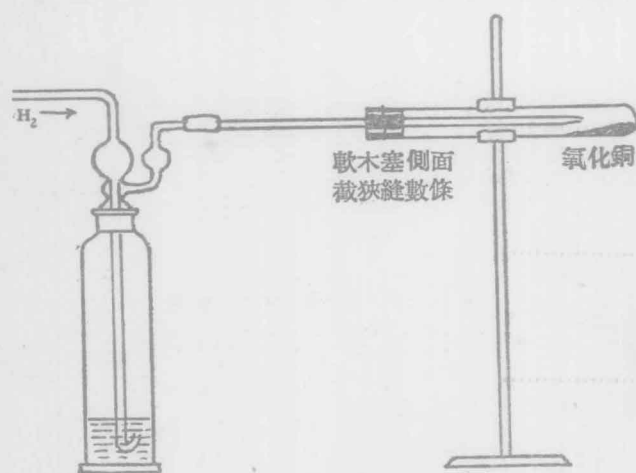
A 取試管五個,分盛金屬鋅,銅,鋁,錫及鐵各一二片或一二粒,復於各試管中注入稀鹽酸5c.c.,注意各試管中反應之緩速⁽¹⁻³⁾。

另取試管四個,分別注入稀硫酸,稀硝酸,稀鹽酸及稀醋酸(6N)各5c.c.,復於各試管中投入金屬鋅一二粒,注意各試管中反應之緩速⁽⁴⁻⁵⁾。

B 取一絕對乾燥之硬質試管,置於天平上權得其準確之重量(至最近之0.005gm.或0.0005gm.)後,裝入乾燥之氧化銅(需預經烘乾者,可向教員索取)約1-1.5gm.,復權得其重量,一一填註於右頁之表中⁽⁶⁾。

細察 Kipp 發生器之構造及教員預備好之全部裝置⁽⁷⁾。

注意: 氫氣中如混有空氣,遇火即行爆炸,頗為危險,故 Kipp 發生器中之氫,必須預先檢驗其是否純粹。法以試管套於導氣管之上使裝滿氫氣,片刻後用大拇指按住管口,移至離發生器稍遠之處,將管口伸至本生燈上,令其着火,純氫近火焰時,僅有微弱之爆聲,或幾近無聲,苟有尖銳之爆聲,則氫氣中尚含空氣,繼續放出氫氣,直至發生器中之空氣,完全排除,始可應用。



第 7 圖

至此將預備好之試管及氧化銅,與發生器接連如左圖所示,令氫氣通過約半分鐘後,使試管中之氧化銅緩緩加熱,注意氧化銅還原時之現象⁽⁸⁾。俟反應完全⁽⁹⁾後即停止加熱,但氫氣仍需繼續通過,直至試管冷卻後,始可旋轉活栓,使氫氣流停止⁽¹⁰⁾。復將此冷卻後之試

管及其中已還原後之氧化銅,置於天平上權得其重量^(6,11-12)。

*C 重作上述試驗(B),以紅色之氧化亞銅代黑色之氧化銅,氧化亞銅亦需預先藏於乾燥器中使之乾燥,可向教員索取⁽¹³⁻¹⁶⁾。

問 題

- (1) 各試管中是否均有氣體發生?
- (2) 依據試驗之結果,將此五種金屬按其活動性之由強而弱,依次排列。
- (3) 試舉述實驗室製氫法至少兩種。
- (4) 此四種酸,何者與鋅反應最劇,何者反應最弱?
- (5) 硝酸試管中逸出之氣體,具何種顏色? 氫氣有此顏色否?
- (6) 試管與氧化銅之重量 gm.
 試管之重量 gm.
 氧化銅之重量 gm.
 試管與銅之重量 gm.
 銅之重量 gm.
 氧之重量 gm.
- (7) 裝置中之濃硫酸洗瓶(有時用氯化鈣球形管),有何效用?
- (8) 氧化銅在氫氣流中加熱時之變化若何?

方程式:

- (9) 此反應何時始得稱為完全?
- (10) 試管停止加熱後,何以仍需令氫氣通過?
- (11) 依據氧化銅之化學式,計算與氧 1gm. 化合之銅重若干 gm.?
- (12) 依據試驗所得之結果 (6),計算與氧 1gm. 化合之銅重若干 gm.?
差誤百分率?

* (13) 試管與氧化亞銅之重量	gm.
試管之重量	gm.
氧化亞銅之重量	gm.
試管與銅之重量	gm.
銅之重量	gm.
氧之重量	gm.

- * (14) 依據氧化亞銅之化學式,計算與氧 1gm. 化合之銅為若干 gm.?
- * (15) 依據試驗所得之結果 (13),計算與氧 1gm. 化合之銅為若干 gm.?
差誤百分率?

* (16) 依據結果 (12) 與 (15),如何可以例解倍比定律?

普通化學實驗

(11)

水與水化物

Water and Hydrates

提要： 本實驗例解關於水的事實；(1)與某種植物性物質化合而存在之水，(2)以固定比率與某種物質化合而成水化物之水，(3)水之蒸餾淨製法。

應用之試劑：

固體： 木屑 澱粉 燒石膏 氯化鋇 碘 膽礬

硝酸鉀 硫酸鎂 重鉻酸鉀

溶液： 氯化鈷 硝酸銀 氯化鋇 硫酸銅

應用之儀器用品： 試管 漏斗 濾紙 蒸發皿 坩堝

蒸餾裝置(第8圖)

姓名.....

學程及組別.....

試桌號數.....

試驗日期.....



實驗〔 〕水與水化物

A 植物性物質中之水 取乾燥之木屑與澱粉各少許，分盛於二乾燥之試管中，緩緩加熱，注意所得之結果⁽¹⁻²⁾。

俟試管冷卻後，各注入水少許，察其能否恢復原來之木屑與澱粉⁽³⁾。

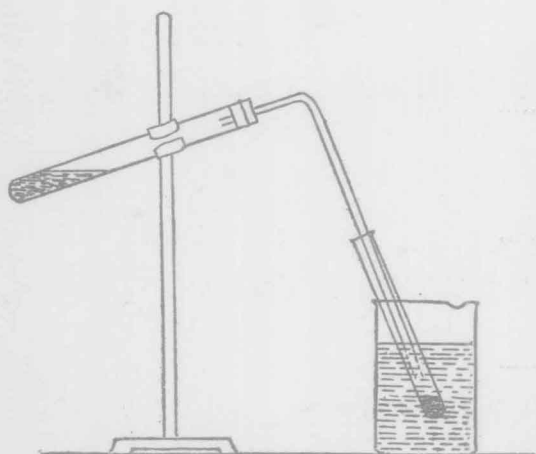
B 水化物中之水 置燒石膏 (plaster of paris) 少許於蒸發皿中，加少量之水，搗成漿糊狀後，傾於摺合於漏斗中之濾紙上，迅即將蒸發皿洗淨，用玻棒將濾紙上之漿糊狀石膏稍稍壓緊 (玻棒隨即洗淨)。俟石膏結硬⁽⁴⁾後，試設法證示其中尚含有多量之水⁽⁵⁾。

取氯化鋇 (BaCl_2)、硝酸鉀 (KNO_3)、硫酸鎂 (MgSO_4) 及重鉻酸鉀 ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$) 之晶體各少許，分別研細後盛於乾燥之試管中，橫執各試管，依次加熱，注意各試管近管口之一端，有無冷凝之水分⁽⁶⁻⁸⁾。

取膽礬 (blue vitriol) 少許，置於坩堝中加熱，注意其顏色及形狀之變化⁽⁹⁾。將所得之粉末狀硫酸銅，傾出一部分於紙上，任令曝露於空氣中，數小時後 (或至下次實驗時) 察其顏色有何變化⁽¹⁰⁾。坩堝中注入水少許，沸熱之以除去多餘之水 (勿燒乾)。半小時後察其顏色與形狀⁽¹¹⁻¹²⁾。

用火柴梗蘸取氯化鈷 (CoCl_2) 溶液，任意書一字於白紙上⁽¹³⁾。烘之使乾⁽¹⁴⁾，復對之呵氣，注意字跡顏色之變化⁽¹⁵⁻¹⁶⁾。

C 水之蒸餾 取自來水少許，加硝酸銀溶液 2-3 滴，以證示水中有無氯化物⁽¹⁷⁾。另取自來水少許，加氯化鋇溶液少許，以證示水中



第 8 圖

有無硫酸鹽⁽¹⁸⁾。預備如第 8 圖所示之蒸餾裝置,使自來水蒸餾,分別檢驗蒸餾而出之水中,有無氯化物及硫酸鹽⁽¹⁹⁾。同樣使 CuSO_4 溶液蒸餾,觀察蒸餾物(distillate)之顏色⁽²⁰⁾。復溶碘少許於水中而蒸餾所得之碘溶液⁽²¹⁻²²⁾。

問 題

(1) 木屑加熱後之變化若何?

(2) 澱粉加熱後之變化若何?

(3) 木屑與澱粉加熱後逸出之水分,與各該物質化合而存在,抑僅係其表面上附着之水分?

(4) 石膏結硬時之化學變化若何?

(5) 結硬後之石膏,仍含多量之水,如何證示之?

(6) 氯化鋇 硝酸鉀 硫酸鎂 重鉻酸鉀

試管上端有冷

凝水之發見否?

(7) 此四種晶體中,孰為水化物,孰為非水化物?

(8) 晶體是否盡屬水化物? 水化物是否盡屬晶體?

- (9) 膽礬加熱後顏色有何變化? 形狀有何變化?
- (10) 紙上之硫酸銅粉末,曝露於空氣中後,顏色起何變化?
- (11) 加水沸熱後變何顏色? 形狀若何?
- (12) 試作方程式以示 (9-11) 之變化.
- (13) 字跡呈何顏色?
- (14) 烘乾後呈何顏色?
- (15) 呵氣後呈何顏色?
- (16) 試解釋 (13-15) 之變化.
- (17) 結果(自來水加 AgNO_3):
- (18) 結果(自來水加 BaCl_2):
- (19) 結果(蒸餾而出之水):
- (20) 蒸餾物呈何顏色? 與未蒸餾前溶液之顏色是否相同?
- (21) 結果(蒸餾碘溶液):
- (22) 溶解於水中之雜質,是否可用蒸餾方法完全除去之? 何故?

普通化學實驗

(12)

凝固點與沸點

Freezing-point and Boiling-point Determination

提要： 純物質之液固兩相，必有一固定不變之溫度，得共同存在而保持平衡。此固定不變之溫度，即為該液體之凝固點，亦即該固體之熔點。液體之蒸氣壓力，隨溫度而異。苟其蒸氣壓力與外壓（大氣壓力）相等，則發生沸騰現象。彼時之溫度，即為該液體之沸點。故凡足以降低液體之蒸氣壓力（如溶入物質而成溶液），或增加外壓，均足使其沸點上昇。

應用之試劑：

固體： 硫代硫酸鈉 氯化鈣

應用之儀器用品： 大試管 溫度計 攪拌器(玻璃棒彎成)

姓名.....

學程及組別.....

試桌號數.....

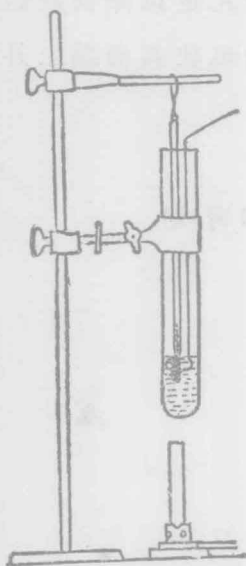
試驗日期.....



實驗〔 〕 凝固點與沸點

A 取一大試管，裝入硫代硫酸鈉（即大蘇打）之晶體約 10gm.，置於熱水中，令其完全熔解。用溫度計輕輕攪拌試管中之溶液。此時晶體必須完全熔解，試管管壁及溫度計上，切不可附有些微之晶粒。

由熱水中取出試管，任其冷卻，同時繼續攪拌。迨溫度降達 50°C . 時，開始記錄溫度，每半分鐘記錄一次。溫度降達 40°C . 時，投入大蘇打一小晶粒，繼續攪拌而注意其溫度之變化，仍每半分鐘記錄一次。投入晶粒後，共記錄十分鐘。攪拌時勿用力過猛，大蘇打如已凝厚，攪拌即應停止，否則溫度計即有折斷之虞。將所得之記錄，繪成硫代硫酸鈉之凝固曲線 (freezing curve)⁽³⁻⁶⁾。



第 9 圖

B 取一大試管，裝入蒸餾水達三分之一，夾置鐵架上，由上懸入一溫度計。注意勿令溫度計之水銀球，觸及試管之管壁。另取細玻璃棒一根，彎成攪拌器（如圖）。玻璃棒之一端，彎成直徑較試管略小之圓圈，與玻璃棒本體，彎成直角。徐徐使試管中之蒸餾水加熱至沸，同時輕輕加以攪拌，記取其沸點（讀二三次而平均之）⁽⁷⁾。

加氯化鈣 2gm. 於試管中，俟完全溶解後，再依法求其沸點⁽⁸⁾。再加氯化鈣 2gm.，完全溶解後再依法求其沸點⁽⁹⁻¹⁰⁾。

問 題

- (1) 純水中加冰，最低之溫度可達若干度？

- (2) 水中如含有溶解之物質,則加冰後將達若何之最低溫度? 何故?
- (3) 硫代硫酸鈉之凝固曲線(縱坐標為溫度,橫坐標為時間,繪成後貼於此處):—
- (4) 硫代硫酸鈉之晶粒投入後,溫度何故上昇?
- (5) 硫代硫酸鈉之凝固點為若干度?
- (6) 硫代硫酸鈉之晶體是否純粹? 何故?
- (7) 蒸餾水之沸點為若干度(試驗之結果)?

- (8) 加入 CaCl_2 2gm. 後,沸點爲若干度?
- (9) 再加入 CaCl_2 2gm. 後,沸點爲若干度?
- (10) 由結果(7-9),可得何項結論? 如何解釋之?
- (11) 壓熱器 (autoclave) 之原理若何?
- (12) 何謂蒸氣壓力 (vapor pressure)?
- (13) 各種液體之沸點,與其蒸氣壓力之關係若何?
- (14) 在 380mm. 之壓力下 (半氣壓),水之沸點約爲若干度(參閱水之蒸壓曲線)?
- (15) 何謂過冷現象 (supercooling)?

普通化學實驗

(13)

溶 液

A Study of Solutions

提要： 本實驗之目的，為研究(1)溶解之方法 (method of dissolving), (2) 溶劑之選擇 (choice of solvents), 及(3)過飽和溶液之性質 (properties of supersaturated solutions).

應用之試劑：

固體： 硫酸銅 硫代硫酸鈉 松香 碘 食鹽
石蠟

液體： 乙醇 汽油 二硫化碳 硝酸鉀(5%溶液)
酒石酸(5%溶液)

應用之儀器用品： 試管 溫度計 玻棒

姓名.....

學程及組別.....

試桌號數.....

試驗日期.....

實驗〔 〕 溶 液

A 溶解之方法 選取大小近乎相等之硫酸銅晶體 ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) 兩顆,置其一於試管中,另一顆則研細後置於另一試管中,二試管中各注入水 20c.c.而震搖之,細察二試管中硫酸銅溶解之難易⁽¹⁻²⁾。

取試管二個,各注入水 20c.c.,選取大小近乎相等之硫酸銅晶體兩顆,投其一於第一試管之底部,另一顆則用紙條懸入第二試管中,令晶體恰好浸入水面之下,注視此二晶體溶解之難易⁽³⁻⁴⁾。

B 溶劑之選擇 取二試管,一盛水 10c.c.,一盛乙醇(即酒精) 10c.c.,二試管中各投入松香 (rosin) 少許,震搖數分鐘後,觀察所得之結果⁽⁵⁻⁶⁾。

取二試管,一盛水 5c.c.,一盛汽油 5c.c.,二試管中各投入大小近乎相同之石蠟(paraffin)一小塊,震搖數分鐘後,觀察所得之結果⁽⁷⁻⁸⁾。

溶碘一小晶粒於水中(約 10-15c.c.),俟完全溶解⁽⁹⁾後,注入二硫化碳(CS_2) 2c.c.,震搖後觀察所得之結果⁽¹⁰⁾。將上層之水溶液傾入另一試管,注入二硫化碳 2c.c.而震搖之⁽¹¹⁻¹³⁾。

C 過飽和溶液 置硫代硫酸鈉(即大蘇打)約 6gm.於試管中,注入水數滴,置此試管於沸水中,令其完全溶解,所得之溶液中,如有雜質下沉於底部,可將上層之清澈溶液傾入另一乾潔之試管中,將此試管夾置於鐵架上,由上懸入溫度計,令溫度計之水銀球,完全在液面之下,但勿令觸及管壁,如是任其緩緩冷卻,俟溶液之溫度降達僅高於室內溫度 2°C . 時,投入大蘇打之晶體一小粒,注視溶液之變化及其溫度之變動⁽¹⁴⁻¹⁵⁾。

復置此試管於沸水中(或直接緩緩加熱)令其溶解,再夾置鐵架上,任其緩緩冷卻,懸入溫度計,俟溶液之溫度下降後,投入食鹽之晶體一小粒,注視所得之結果⁽¹⁶⁻¹⁷⁾。

取一淨潔之試管,注入酒石酸(tartaric acid, $\text{H}_2\text{C}_4\text{H}_4\text{O}_6$)之 5% 溶液 5c.c.復

注入硝酸鉀之5%溶液3-5滴,此時之溶液,當清澈如前,輕輕搖動試管,以玻璃棒伸入溶液中,輕輕刮擦試管之管壁,注視溶液中有無沉澱生成⁽¹⁸⁾。按酒石酸與硝酸鉀反應而成酒石酸氫鉀($\text{KHC}_4\text{H}_4\text{O}_6$),在溶液中往往不即析出,因其極易變為過飽和狀態故也。

問 題

- (1) 研細後之 CuSO_4 完全溶解時,另一晶體尚餘若干部分?
- (2) 研細後之 CuSO_4 溶解較易,何故?
- (3) 結果與解釋:
- (4) 欲耗費最少量之能,令大量之物質溶解,應用何法?
- (5) 結果:
- (6) 如欲擦去衣服上所沾之松脂等污漬,水與酒精孰佳?
- (7) 結果:
- (8) 如欲洗去衣服上所沾之油脂污漬,水與汽油孰佳?

- (9) 碘之水溶液呈何顏色?
- (10) 結果:
- (11) 結果:
- (12) 由結果(9-11), 關於碘之溶解度可得何項結論?
- (13) 試述分配定律 (Law of Partition or Distribution).
- (14) 投入大蘇打晶體後之結果若何?
- (15) 溫度之變化若何? 試解釋之.
- (16) 投入食鹽晶體後之結果若何? 何故?
- (17) 何謂過飽和溶液?
- (18) 玻棒刮擦後之結果若何?

普通化學實驗

(14)

溶解度

A Study of Solubility

提要： 本實驗舉示(1)溶解度之測求方法，(2)溶解度與溶質之關係，(3)溶解度與溫度之關係。學生使用吸量管(pipette)量取溶液之方法，應由教員詳加指示。

應用之試劑：

固體： 硫酸鈣 碳酸鈣 重鉻酸鉀 食鹽

溶液： $K_2Cr_2O_7$ (飽和) $Pb(NO_3)_2$

應用之儀器用品： 吸量管(25c.c.) 蒸發皿 玻璃三角架 淺玻璃
熱水鍋 試管

姓名.....

學程及組別.....

試桌號數.....

試驗日期.....

實驗〔 〕 溶解度

A 溶解度之測定 取一乾潔之蒸發皿，置於天平上權得其準確之重量(至最近之 0.001gm.)後，用吸量管吸取重鉻酸鉀之飽和溶液 25c.c.，注入蒸發皿中而復權其重量，並記取此飽和溶液之溫度，一一填註於右頁之表中⁽⁴⁾。置此蒸發皿於熱水鍋上，蓋上淺玻璃皿(用玻璃三角架架起)，使之蒸發至乾。同時解答問題⁽¹⁻³⁾。蒸發乾後可移去熱水鍋，直接緩緩加熱，以除去其中最後存留之水分。俟蒸發皿冷卻後，復置於天平上，權得其重量，填註表中⁽⁴⁾。由此即可求算重鉻酸鉀在該溫度時之溶解度及其克分子溶解度 (molar solubility)⁽⁵⁻⁷⁾。

B 溶解度與溶質 取硫酸鈣、碳酸鈣及重鉻酸鉀各 1gm.，研細後分別盛於三試管中，加水 10c.c. 於各試管而震搖之，注視並比較此三種溶質之溶解度。如遇疑難不決時，可分別過濾之，各收取其濾液數滴於淺玻璃皿上，執燈於手中，使火焰下向液面，左右移動。俟濾液蒸發乾後，比較淺玻璃皿上所留渣滓之多寡。由此即可測知其溶解度之大小⁽⁸⁾。

C 溶解度與溫度 置重鉻酸鉀約 6gm. 於試管中，加水 10c.c.，熱之使沸，察其能否完全溶解⁽⁹⁾。將試管靜置一旁，溶液冷卻後察其有無變化⁽¹⁰⁾。同樣置食鹽約 6gm. 於試管中，加水 10c.c. 而煮沸之，將上層之清澈溶液傾入另一試管中，任令溶液冷卻後察其有無變化⁽¹¹⁻¹²⁾。

試管中注入硝酸鉛溶液 1c.c. 及蒸餾水 20c.c.，搖之使和，分一半於另一試管中。第一試管中注入稀鹽酸 2c.c.，注意所得之結果⁽¹³⁾。第二試管中之溶液，先加熱使沸，然後注入稀鹽酸 2c.c.，注意所得之結果⁽¹⁴⁾。將此試管靜置一旁，俟溶液冷卻後，察其有無變化⁽¹⁵⁻¹⁶⁾。

問 題

(1) 何謂溶度線 (solubility curve)?

(2) 參閱教科書中之溶度線,試求在 50°C. 時水 100gm. 中能溶解氯化鉍若干 gm.? 所得之溶液重若干 gm.? 每 100gm. 之溶液中,含氯化鉍若干 gm.?

(3) 在 50°C. 時欲溶解氯化鉍 1000gm., 水之重量應為若干? 此溶液重若干? 假定此溶液之體積為 2400c.c., 其密度為若干?

(4) $K_2Cr_2O_7$ 飽和溶液之體積	c.c.
溫度	°C.
蒸發皿 + $K_2Cr_2O_7$ 飽和溶液之重量	gm.
蒸發皿之重量	gm.
$K_2Cr_2O_7$ 飽和溶液之重量	gm.
蒸發皿 + $K_2Cr_2O_7$ 渣滓之重量	gm.
$K_2Cr_2O_7$ 固體之重量	gm.
水之重量	gm.

(5) 由 $K_2Cr_2O_7$ 與水之重量,計算 $K_2Cr_2O_7$ 在 100gm. 水(即 100c.c.) 中之溶解度.

(6) 參閱 $K_2Cr_2O_7$ 之溶度線 (教科書), 在該溫度時, 100c.c. 之水中, 應能溶解 $K_2Cr_2O_7$ 若干 gm.?

(7) 由 $K_2Cr_2O_7$ 飽和溶液之體積, 求算 $K_2Cr_2O_7$ 之克分子溶解度.

(8) 將 $CaSO_4$, $CaCO_3$ 及 $K_2Cr_2O_7$, 按其溶解度之由大而小, 依次排列.

(9) $K_2Cr_2O_7$ 6gm. 在沸水 10c.c. 中, 能完全溶解否?

(10) 冷卻後之結果若何? 如何解釋之?

(11) 食鹽之飽和溶液冷卻後, 有多量之沉澱析出否?

(12) 由結果 (11), 可知食鹽之溶解度, 與溫度之關係若何?

(13) 結果與方程式:

(14) 沸熱之硝酸鉛溶液中, 加稀鹽酸後有沉澱析出否?

(15) 冷卻後有何變化?

(16) 由結果 (13-15), 可見氯化鉛之溶解度, 與溫度之關係若何?

普通化學實驗

(15)

再結晶

(硫酸銅之淨製)

Purification of Blue Vitriol by Recrystallization

提要： 物質之合於下列三條件者，得用再結晶方法淨製之：

(1) 不致為選用之溶劑所分解，亦不易為空氣所氧化。

(2) 溶解度與溫度之關係，非常顯著。

(3) 其中所含之雜質，不致與所欲淨製之物質同時變成混合晶體而析出，即雜質與所欲淨製之物質，須具截然不同之晶形。

普通所用之膽礬 (blue vitriol, $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$)，頗合上列各條件，其中所含之雜質，以硫酸亞鐵為最多。

應用之試劑：

固體： 膽礬

溶液： NH_4CNS 溴水 NH_4OH (濃)

應用之儀器用品： 燒杯 研鉢 熱水過濾器 錐形燒瓶 (250c.c.)
抽氣過濾裝置 (連 Büchner 漏斗) 濾紙 漏斗
試管

姓名.....

學程及組別.....

試桌號數.....

試驗日期.....

實驗〔 〕 再結晶(硫酸銅之淨製)

置蒸餾水 150c.c. 於燒杯中,加熱使沸,同時秤取膽礬 40gm. 置於研鉢中研細之,將所得之粉末狀硫酸銅,置於另一大燒杯中,徐徐注入沸水,並攪拌之,最後將燒杯中溶液加熱使沸,加入足量之水(但勿過多),使硫酸銅完全溶解⁽¹⁻²⁾。

向用品室借取熱水過濾器(hot water filter),依教員之指示,將此沸熱之飽和溶液過濾,以 250c.c. 大小之錐形燒瓶(conical flask)承受濾液,將濾液沸熱,直至瓶中有晶體析出,然後手執燒瓶,置於冷水龍頭下加以搖動,使之急速冷卻,如是則析出之晶體,精細純潔,如任其緩緩冷卻,則析出較大之晶體,且常附有若干雜質,冷卻後如尚無多量之晶體析出,可再使之濃縮。

俟完全冷卻後,復用 Büchner 漏斗及抽氣過濾裝置(suction filter)過濾之,晶體均收集於漏斗上,將抽氣過濾所得之濾液,傾入蒸發皿中,再度加熱使之濃縮,直至又有晶體析出,雖攪拌後亦不復溶解,然後傾入燒瓶中,依前法使之冷卻而過濾之,收集晶體於同一 Büchner 漏斗上,並使之吸乾,再注冷水 10c.c. 於晶體上洗淨之,待吸乾後,先拆去橡皮管,然後停止抽氣(切勿先將自來水旋閉)。將漏斗倒置於紙上,加以輕擊,取出漏斗中之晶體,並置於臺平上,稱得其重量⁽³⁻⁴⁾。留下所得之淨製晶體 2-3gm., 及濾液 5c.c., 餘均交給教員,切勿棄去。

將留下之淨製晶體,溶於 5c.c. 之蒸餾水中,使成飽和溶液,然後與留下之濾液,分別作鐵游子之檢驗,以資比較鐵游子 (Fe^{+++}) 之檢驗法如下:

加溴水 2-3c.c. 於溶液中,復沸熱片刻,使其中亞鐵游子 (Fe^{++}) 均氧化而成高價鐵游子,然後任其冷卻,徐徐注入濃 NH_4OH , 同時搖動試管,直至最初生成之淡藍色沉澱 [$\text{Cu}(\text{OH})_2$], 完全溶解而成深藍色溶液,使之過濾,並用熱水滌去濾紙上之藍色,濾液及洗液(washings) 均可棄去,溶液中之鐵游

子,至此均變為 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 而留於濾紙上。

用稀鹽酸 5c.c., 加熱後注於濾紙上, 以溶解 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 之黃色斑點, 如一次不能完全溶解, 可將濾下之鹽酸, 加熱後再注於濾紙上, 如是反覆數次, 即可完全溶解⁽⁵⁾。置濾液於試管中, 加硫代氰酸銨溶液 (NH_4CNS) 5c.c.⁽⁶⁾。由紅色之深淺, 即可測知其含鐵之多寡⁽⁷⁻⁸⁾。

問 題

- (1) $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 中化合水之百分率為若干?
- (2) CuSO_4 之溶解度, 在 100°C . 時較在室內溫度時大幾倍(參考書)?
- (3) 淨製硫酸銅重若干 gm.?
- (4) 淨製產額之百分率:

(5) 方程式:

(6) 方程式:

(7) 淨製後之晶體與濾液(即母液, mother liquor)相較,含鐵孰多?

(8) 淨製前之膽礬,與淨製後之晶體相較,含鐵孰多? 與母液相較,含鐵孰多?

普通化學實驗

(16)

酸與鹽基

Acids and Bases

提要：游離化合物在溶液中能生成與溶劑相同之陰向游子 (cation) 而僅異其陽向游子者均得稱之曰酸。游離化合物之能生成與溶劑相同之陽向游子 (anion) 者則統稱之曰鹽基。本實驗中所涉及者均為水溶液中之酸與鹽基。在水溶液中，活動性強大之可溶性鹽基，得以鹼(alkali)稱之。

應用之試劑：

固體： 鋅粒 鎂帶 大理石 生石灰(塊灰) 無水碳酸鈉

氯化銨 石蕊試紙

溶液： 甲基橙 酚色林

HCl(N) H₂SO₄(N) H₂C₂O₄(N) HC₂H₃O₂(N)

應用之儀器用品： 試管 玻璃棒 研鉢 燒杯 濾紙 漏斗

姓名.....

學程及組別.....

試桌號數.....

試驗日期.....

實驗〔 〕 酸與鹽基

A 酸之通性 並列試管 5 個,各注入水 5c.c. 及稀鹽酸一滴,用玻棒蘸取此稀溶液少許,置於舌尖上以嘗其味,第一試管中投入紅藍石蕊試紙各一;第二試管中加酚色林 (phenolphthalein) 1-2 滴;第三試管中加甲基橙 (methyl orange) 1-2 滴;第四試管中投入粒狀鋅少許;第五試管中投入大理石 (marble, CaCO_3) 一小塊,細察各試管中所得之結果⁽¹⁾。

B 揮發性酸類之製取 置食鹽少許於試管中,加濃硫酸數滴,注意所得氣體之顏色與氣味⁽²⁾,試對管口呵氣⁽³⁾,以潤溼之藍色石蕊試紙移近管口⁽⁴⁾,用玻棒蘸取氫氧化銨少許,移近管口⁽⁵⁾。

C 酸之強弱 取鹽酸、硫酸、乙二酸及醋酸之當量溶液(1N)各 20c.c.,分置於四個試管中,取鎂帶四條,各長 0.5cm., 依次投入試管中,記取各試管中鎂帶完全“溶解”所需之時間,試管可稍使搖動,以免鎂帶黏着於管壁⁽⁶⁻⁸⁾。

D 鹽基之通性 並列試管三個,各注入水 5c.c. 及氫氧化鈉之稀溶液(6N)一滴,依照前法(A)嘗其味,察其對於石蕊試紙、酚色林及甲基橙之作用⁽⁹⁾。

E 鹽基之製取 取生石灰 10gm., 置於淨潔之研鉢中,注入適量之水,使之完全潤溼,此時當有熱量放出,生石灰亦將崩解而成粉末狀(苟非如此,則其中似含有雜質,或一部分已變為碳酸鈣)。繼續加水,使研成薄漿糊狀,此時之氧化鈣(即生石灰),已變易為氫氧化鈣(即消石灰),但氫氧化鈣不甚溶於水中,試以石蕊試紙而記取所得之結果⁽¹⁰⁾。另取無水碳酸鈉 10 gm., 置於小燒杯中,加水 50c.c. 熱之使沸,然後將氫氧化鈣之漿糊狀溶液徐徐注入,繼續煮沸數分鐘而過濾之,將所得之濾液煮沸,使其體積濃縮至原體積之十分之一,然後傾入試管中而冷卻之,此時當有氫氧化鈉之晶體析出,苟尚無晶體析出,可再濃縮之,此鹼溶液煮沸時,慎防其濺出,因其對於皮

膚,具強烈之侵蝕性⁽¹¹⁾。

F 鹽基之強弱 取水 10c.c., 加 NaOH 及 酚色林 各 2-3 滴, 分盛於二試管中, 一試管中投入固體氯化銨數 gm., 俟溶解後比較二試管中顏色之深淺, 並解釋之⁽¹²⁻¹³⁾。

問 題

- (1) 酸之通性: 試驗之結果
 - (a) 味
 - (b) 加石蕊試紙
 - (c) 加酚色林
 - (d) 加甲基橙
 - (e) 加鋅

方程式:

 - (f) 加 CaCO_3

方程式:
- (2) 所得氣體之顏色與氣味若何?
- (3) 結果與解釋:
- (4) 結果與解釋:
- (5) 結果與解釋:

方程式:

(16-iv)

普通化學實驗

(6) 酸: HCl H₂SO₄ H₂C₂O₄ HC₂H₃O₂

鎂帶“溶解”

所需之時間

(7) 依據試驗之結果(6), 試將各酸按其活動性之由強而弱排列於下:

(8) 吾人在本實驗中由鎂帶“溶解”之緩速以定酸之強弱, 但吾人試驗時必須適合何種條件, 始得確切之結論?

(9) 鹽基之通性: 試驗之結果

(a) 味

(b) 加石蕊試紙

(c) 加酚色林

(d) 加甲基橙

(10) 結果:

(11) 試作由 Na_2CO_3 製取 NaOH 之方程式:

(12) 結果與解釋:

(13) 方程式:

普通化學實驗

(17)

酸與鹽基之中和(滴定法)

Titration of a Base by an Acid

提要： 二物質在溶液中反應時，其溶液各需用若干c.c.始得反應完全，吾人得以滴定法測知之。本實驗之目的，即以滴定法測求NaOH與HCl完全中和時所需之體積，既可練習滴定之技術，又得藉以測求NaOH或HCl之當量濃度(normality)。

吾人苟已知HCl之當量濃度，則不難藉滴定之結果，求算NaOH之當量濃度。假定HCl與NaOH滴定時所需用之體積分別為 V_a 及 V_b ，而其當量濃度分別為 N_a 及 N_b ，則 $N_a \times V_a = N_b \times V_b$ 。蓋當量濃度與體積(c.c.)相乘即得其毫克當量(milli-equivalent)數，而酸與鹽基中和時，所需之毫克當量數必相等。

應用之試劑：

固體： NaOH

溶液： 酚色林 標準酸溶液(約0.5N) Na_2CO_3

應用之儀器用品： 燒杯 滴定管(二支，連滴定管夾)

姓名.....

學程及組別.....

試桌號數.....

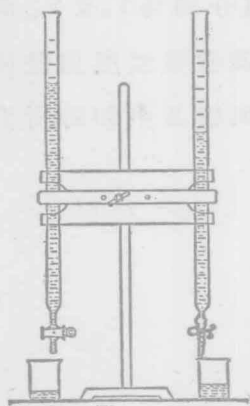
試驗日期.....

實驗〔 〕 酸與鹽基之中和(滴定法)

A 滴定管之預備 取滴定管 (burette) 二支,用水洗淨(注意活塞關住時,不應有水滴出)後,如管壁上仍留有水滴,則更需注入溫熱之 Na_2CO_3 溶液處理之,約浸 20 分鐘,開放活塞,令 Na_2CO_3 溶液仍回入原瓶中,再用水漂去管內之殘餘溶液。

B 酸溶液與鹽基溶液之預備 注濃鹽酸 5c.c. 於 100c.c. 之蒸餾水中,搖和之即得稀鹽酸,溶固體 NaOH 2gm. 或注 NaOH 之 6N 溶液 12c.c. 於 100c.c. 之蒸餾水中,即得氫氧化鈉之稀溶液。

C 滴定之練習 取洗淨之滴定管,分別用預備好之 HCl 與 NaOH 漂過一二次後,即將該酸溶液 (HCl) 與鹽基溶液 (NaOH) 分別裝滿之(通常以酸



第 10 圖

溶液裝入玻塞之滴定管中,鹽基溶液裝入用橡皮管及管夾之滴定管中)。將活塞或管夾開放,使其管尖或管嘴中均充滿溶液。

取一淨潔之燒杯,置於 HCl 滴定管下,記取酸之“最初液面”(“initial burette reading”),注意滴定管中之液面,略向下凹,讀取記錄時,應取其最低之一點,同時吾人之眼睛,應與液面相並,讀至最近之 0.02c.c. 將活塞開放,流出 HCl 約 15c.c.,加酚色林一二滴,然後將此燒杯移至 NaOH 滴定管下,記取 NaOH 之“最初液面”後,令其緩緩流出,直至燒杯中之溶液呈淡紅色,攪和後亦不致立即退去,如滴入之 NaOH 已嫌過多(呈深紅色),可再滴入 HCl 若干使紅色消失,然後再滴入 NaOH , 使呈淡紅色,至此即可記取二滴定管中之“最後液面”(“final burette reading”).

依照上法,再滴定一次,將所得之記錄,一一填註右頁之表中⁽¹⁻²⁾。

D 用滴定法測求酸溶液或鹽基溶液之當量濃度 向教員索取標準酸溶液 (standard acid) 約 70c.c. 將裝 HCl 之滴定管洗淨,用蒸餾水漂洗一次,再用索得之標準酸溶液漂洗一次,然後將該標準酸溶液裝入,依上法用標準酸溶液滴定自製之 NaOH 溶液,至少二次,由標準酸之當量濃度,即可計算 NaOH 之當量濃度,間接亦可求算自製 HCl 之當量濃度⁽³⁻¹¹⁾。

問 題

(1)

	第 一 次 滴 定	第 二 次 滴 定
酸 溶 液 之 最 後 液 面		
最 初 液 面		
酸 溶 液 之 體 積	c.c.	c.c.
鹽 基 溶 液 之 最 後 液 面		
最 初 液 面		
鹽 基 溶 液 之 體 積	c.c.	c.c.

(2) 酸溶液 (HCl) 1c.c. 合鹽基溶液 (NaOH) 若干 c.c.?

第一次:

第二次:

平均: HCl 1c.c. 合 NaOH.....c.c..

(3)

	第 一 次 滴 定	第 二 次 滴 定
標 準 酸 之 最 後 液 面		
最 初 液 面		
標 準 酸 之 體 積	c.c.	c.c.
鹽 基 溶 液 之 最 後 液 面		
最 初 液 面		
鹽 基 溶 液 之 體 積	c.c.	c.c.

(4) 標準酸溶液 1c.c. 合自製 NaOH 溶液若干 c.c.?

第一次:

第二次:

平均: 標準酸 1c.c. 合 NaOH.....c.c..

(5) 標準酸溶液之當量濃度為N., 故自製 NaOH 之當量濃度為:

(6) 自製 HCl 溶液之當量濃度:

(7) 自製之酸溶液與鹽基溶液每 1l. 分別含有 HCl 與 NaOH 若干 gm.?

(8) 自製之鹽基溶液 25cc. 中含 NaOH 若干 gm.? 若干毫克當量?

(9) 比重為 1.08, 含純硫酸 11.6% 之硫酸溶液, 需用若干 c.c. 始克與自製之鹽基溶液 25c.c. 中和?

(10) 何謂中和?

(11) 滴定管中必須用預備裝入之溶液漂淨之, 何故?

普通化學實驗

(18)

鹽類之製取

Preparation of Salts

提要： 本實驗例解各種鹽之製取法：(1)由 HCl 與 KOH 反應以製取 KCl；
(2)復由 KCl 與 AgNO_3 反應以製取不溶性之 AgCl 及可溶性之 KNO_3 ；(3)
由 PbO 與 HNO_3 反應以製取 $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ ；(4)由 H_2SO_4 與 NaOH 反應以製取
 NaHSO_4 (酸性鹽)。

應用之試劑：

固體： 氫氧化鉀(棒狀) 食鹽 密陀僧(PbO)

溶液： $\text{H}_2\text{SO}_4(\text{N})$ $\text{NaOH}(\text{N})$ AgNO_3 KCl

應用之儀器用品： 裝置(第 11 圖) 蒸發皿 玻璃棒 燒杯 試管
淺玻璃皿 滴定管(連管夾)

姓名.....

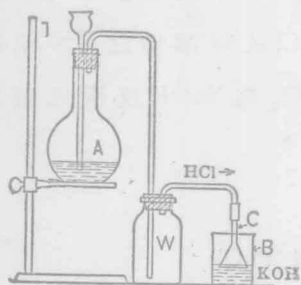
學程及組別.....

試桌號數.....

試驗日期.....

實驗〔 〕鹽類之製取

A 用紙包裹棒狀之氫氧化鉀，擊之使成小塊，迅即置於臺平上，秤取約 12-16gm.⁽¹⁾。如有多餘，仍回入瓶中⁽²⁾。慎勿以手指觸及 KOH，亦勿遺留 KOH 之碎屑於桌上，因 KOH 對於皮膚及油漆，具強烈之侵蝕性，將秤好之 KOH 置於蒸發皿中，加水 100c.c.，攪之使溶，然後注入燒杯 B 中（第 11 圖）。燒



第 11 圖

瓶 A 中置食鹽 25gm. 及濃硫酸 25c.c.。漏斗 C 務宜恰好與燒杯中之液面接觸，如左圖所示。一切準備後，即使燒瓶緩緩加熱，令發生之 HCl 氣體為燒杯中之 KOH 溶液所吸收，直至燒杯中之溶液，經攪拌後，呈酸性反應⁽³⁻⁶⁾。

將燒杯中之溶液，傾入蒸發皿中，加熱使之蒸發。如因加熱過強，有向外噴濺之勢，則可用玻璃棒加以攪拌，直至全部結為固體始止。復置於臺平上，權得 KCl 之重量⁽⁷⁻⁸⁾。

B 取一淨潔之試管（用蒸餾水漂洗），注入硝酸銀溶液 3-4c.c.，復加蒸餾水 10c.c. 而稀釋之。滴入氯化鉀溶液，同時將試管震搖，直至沉澱完全析出⁽⁹⁻¹⁰⁾。將沉澱濾去，令濾液蒸發至 2-3c.c.，傾於淺玻璃皿上，任其結晶⁽¹¹⁾。

C 取 PbO（密陀僧，litharge）約 3-4gm.，使溶於加熱之稀硝酸（約 8-10c.c.）中。所得之溶液，應略具酸性，否則尚需加稀硝酸少許。蒸發此溶液至 4-5c.c.，傾入試管中，任其冷卻而結晶⁽¹²⁻¹³⁾。

D 取一小燒杯，注入稀硫酸（約 1N）15c.c. 及酚色林一二滴。由滴定管中放入 NaOH（約 1N）溶液，使燒杯中之溶液，攪拌後呈淡紅色，記取所用 NaOH 溶液之體積⁽¹⁴⁾。另取一燒杯，注入稀硫酸 30c.c.（二倍於前），及與滴定時體積相等之 NaOH 溶液。將此二燒杯中之溶液，分別蒸發濃縮，復令其冷卻而比較所得之晶體⁽¹⁵⁻¹⁶⁾。分別取出所得之晶體少許，溶於水中而以石蕊試

紙檢驗所得之溶液⁽¹⁷⁾.

問 題

- (1) KOH 重 gm..
- (2) KOH 在空氣中曝露過久,即將發生何項變化? 其反應式若何?
- (3) NaCl 與 H_2SO_4 反應時可得二種不同之結果,試作二方程式(平衡的反應式)以示之.
- (4) 燒瓶 A 中之反應,屬於何方程式? 何故?
- (5) KOH 溶液吸取 HCl 氣體之反應式:
- (6) 燒杯中之溶液呈酸性反應後,何項反應物 (reactant) 已屬過量? 如何除去之?
- (7) 所得之 KCl 重gm..
- (8) 假定所用者係純 KOH, 應得 KCl 若干 gm.?
- (9) 加 KCl 於 $AgNO_3$, 所得之沉澱爲何?
方程式:

- (10) 沉澱已否完全析出,如何測知之?
- (11) 濾液蒸發後所得之晶體為何?
- (12) PbO 與 HNO_3 反應之方程式:
- (13) 應用同樣方法,如何由 BaO 製成 $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$? 由 ZnO 製成 ZnSO_4 ?
- (14) 滴定管中 NaOH 之最後液面
最初液面
NaOH 之體積 (c.c.)
- (15) 第一燒杯中所得之晶體為何?
方程式:
- (16) 第二燒杯中所得之晶體為何?
方程式:
- (17) 結果:
- (18) 依據本實驗之提示,試舉述製取 $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ 之方法(至少二種).

普通化學實驗

(19)

游離化合物

Ionic Compounds

提要： 本實驗證示(1)各種游離化合物何者在水溶液中為較佳之導電體，(2)導電性之強弱與各該游離化合物游離度 (degree of ionization) 之關係，(3)在水溶液中為導電體之游離化合物，在其他溶劑中是否仍為導電體，(4)游離化合物在水溶液中均為游子而存在，故游離化合物之反應(複分解反應)，均為其游子間之直接化合。

應用之試劑： 導電性測驗器中之待試溶液或待試物質，見問題(1)。

溶液： NaCl NH_4Cl ZnCl_2 AgNO_3 NaClO_3 KClO_3
 FeCl_3 $\text{K}_3\text{Fe}(\text{CN})_6$ NH_4CNS KCNS Ag_2SO_4

應用之儀器用品： 導電性測驗器 試管

姓名.....

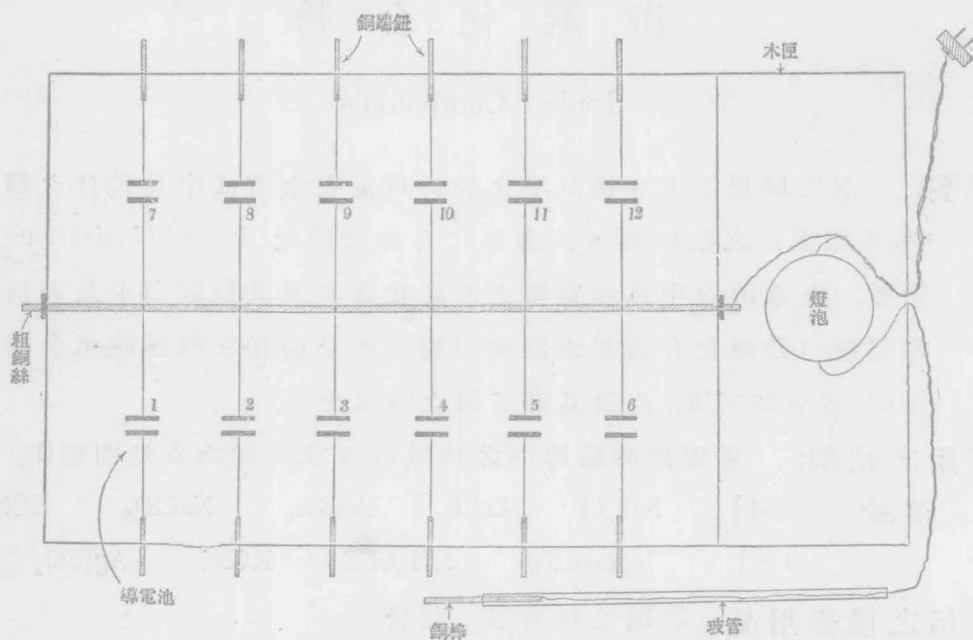
學程及組別.....

試桌號數.....

試驗日期.....

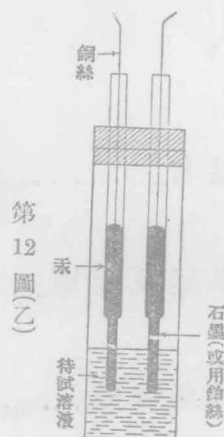
實驗〔 〕 游離化合物

A 游離化合物之導電性 取玻璃藥管或小試管分盛各種待試溶



第 12 圖(甲) 導電性測驗器。手執玻璃管，將銅棒依次與各銅端鈕接觸，即可測知各導電池中待試物質之導電性。

液(或物質)，以鉛絲或石墨(可代以鉛筆中之‘鉛心’)為電極(註一)，將二電極與110伏特之電源及一電燈泡聯接(如用蓄電池或乾電池為電源時，可選用一小電燈泡或電鈴，作為導電性強弱之標記)。如所試之溶液係良導體，則電燈發明亮之光；如係不良導體，則僅發黯淡之光；如係非導體，則並不發光。檢驗右頁所列各物質而別其為良導體，不良導體，抑為非導體⁽¹⁻⁴⁾。



第 12 圖(乙)

(註一) 如用鉛絲為電極，可將鉛絲插入玻璃管之一端，置於火焰中燒熔而固封之。如用鉛筆中之‘鉛心’，則可用火漆使之固封於玻璃管之一端(如圖)。

B 游離化合物在水溶液中之反應

(a) 取 NaCl , NH_4Cl , ZnCl_2 及 HCl 溶液各 2c.c., 分盛於四個試管中, 注 AgNO_3 溶液數滴於各試管, 注意所得之結果⁽⁵⁾.

另取試管四個, 分盛上列四種氯化物之溶液各 2c.c., 注入 Ag_2SO_4 溶液數滴, 注意所得之結果⁽⁶⁾.

取 AgNO_3 與 NH_4OH (濃) 各 2c.c., 置於試管中混和之即得 $\text{Ag}(\text{NH}_3)_2\text{NO}_3$. 注入 NaCl 溶液數滴, 注意所得之結果, 是否與前相同⁽⁷⁾.

置 NaClO_3 或 KClO_3 溶液 2c.c. 於試管中, 加 AgNO_3 數滴, 注意所得之結果⁽⁸⁻⁹⁾.

(b) 取 FeCl_3 溶液 10c.c., 分置於二試管中, 分別加 NH_4CNS (硫代氰酸銨) 及 KCNS (硫代氰酸鉀) 數滴, 注意所得之結果⁽¹⁰⁾.

置 $\text{K}_3\text{Fe}(\text{CN})_6$ (鐵氰化鉀) 溶液 5c.c. 於試管中, 加 NH_4CNS 或 KCNS 數滴, 注意所得之結果, 是否與前相同⁽¹¹⁻¹²⁾.

問 題

(1)	燈泡發光或電鈴發聲之強弱	良導體, 不良導體, 抑非導體
1. NaCl 晶體		
2. 蒸餾水		
3. NaOH , N/10		
4. NH_4OH , N/10		
5. HCl , N/10		
6. $\text{HC}_2\text{H}_3\text{O}_2$, N/10		
7. NaCl , N/10		
8. $\text{NaC}_2\text{H}_3\text{O}_2$, N/10		
9. NH_4Cl , N/10		
10. 蔗糖溶液, N/10		
11. 苯 (C_6H_6)		
12. HCl 溶於苯中		

(2) 導電性之強弱與各該游離化合物之活動性係數 (或舊稱之游離度), 具若何之關係?

(3) 溶於水中為良導體之化合物, 溶於其他溶劑中是否一定仍為良導體?

(4) HCl 之水溶液及苯溶液 (即溶於苯中所得之溶液), 導電性是否相同? 何故?

(5) 結果:

游子方程式:

(6) 結果:

游子方程式:

(7) 結果與解釋:

(8) 結果與解釋:

(9) 由本實驗所得之結果 (5-8), 可得何項結論? 含銀化合物與含氯化物是否均能生成氯化銀之沉澱?

(10) 二試管中所得之結果是否相同?

解釋:

(11) 結果與解釋:

(12) 含鐵化合物是否均能與硫代氰酸鹽反應而成紅色之 $\text{Fe}(\text{CNS})_3$ 複游子?

普通化學實驗

(20)

鹽類之水解

Hydrolysis

提要： 見次頁。

應用之試劑：

固體： 氯化鐵 石蕊試紙

溶液： K_2SO_4 $NaHSO_4$ KCl Na_2CO_3 $Pb(NO_3)_2$ $ZnCl_2$
 $NaC_2H_3O_2$ 酚色林 NaH_2PO_4 Na_2HPO_4 $NaHCO_3$
 $AgNO_3$ $MgCl_2$

應用之儀器用品： 試管 燒杯 蒸發皿 裝置(實驗 11,第 8 圖)

姓名.....

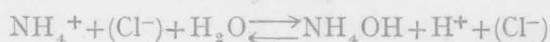
學程及組別.....

試桌號數.....

試驗日期.....

實驗〔 〕 鹽類之水解

鹽類溶液對於石蕊試紙之反應，並不一定為中性。例如氯化銨之水溶液，具酸性反應。此無他，蓋氯化銨稍起水解作用，生成弱鹽基 NH_4OH ，溶液中遂含有較多之 H_3O^+ 或 H^+ ，故呈酸性反應：



在此游子方程式中， NH_4OH 與 H_2O 為活動性弱小之物質，故以分子式標記之。 NH_4Cl 與 HCl 則為活動性強大之物質，故均為游子而存於溶液中。吾人需知鹽類之溶液，不論其為正鹽、酸性鹽、抑為鹼性鹽⁽¹⁻³⁾，其溶液對於石蕊試紙之反應，必須視其是否水解及水解之結果而定。

A 以石蕊試紙分別檢驗下列各鹽之溶液：

硫酸鉀	碳酸鈉	氯化鋅
氯化鉀	硝酸鉛	醋酸鈉

將上列各鹽，依其對於石蕊試紙之反應，分為三類⁽⁴⁾。如呈酸性或鹼性反應，可分別作游子方程式（例見上）而解釋之⁽⁵⁾。如呈中性反應，則解釋其所以呈中性反應之原因⁽⁶⁾。

B 以石蕊試紙分別檢驗下列各酸性鹽之溶液：

硫酸氫鈉	碳酸氫鈉	磷酸氫二鈉	磷酸二氫鈉
------	------	-------	-------

同樣解釋所得之結果⁽⁷⁻¹¹⁾。注意磷酸為次強酸，其質子活動性較強於一般弱酸。

C 取一硬質大試管，裝一橡皮塞及導氣管。此導氣管之一端，伸入浸於冷水中之另一試管（實驗 11 第 8 圖），溶氯化鐵一小塊於 20c.c. 之水中，裝入試管而蒸餾之。注意溶液顏色之變化⁽¹²⁾。分別以石蕊試紙及硝酸銀溶液檢驗所得之蒸餾物（distillate）⁽¹³⁻¹⁵⁾。

置 $MgCl_2$ 溶液少許於蒸發皿中,蒸發至乾,然後用酚色林檢驗蒸發皿中之渣滓,注意所得之結果並解釋之⁽¹⁶⁻¹⁸⁾。

問 題

- (1) 何謂正鹽 (normal salt)?
- (2) 何謂酸性鹽 (acid salt)?
- (3) 何謂鹼性鹽 (basic salt)?
- (4) 對於石蕊試紙呈酸性反應者:
呈鹼性反應者:
呈中性反應者:
- (5) 呈酸性或鹼性反應之解釋:—
 - (a)
 - (b)
 - (c)
 - (d)
- (6) 正鹽必適合於何種條件始呈中性反應? 何故?
- (7) 結果:

(8) 酸性鹽對於指示劑之反應,是否恆為酸性? 亦有呈鹼性反應者否?

例如:

(9) 酸性鹽呈鹼性反應之解釋(游子方程式):

(10) 磷酸氫二鈉與磷酸二氫鈉之反應是否相同?

(11) 解釋:

(12) 氯化鐵溶液之顏色有何變化?

解釋:

(13) 石蕊試紙檢驗之結果.

(14) AgNO_3 溶液檢驗之結果:

(15) 結果(13-14)證示蒸餾物中含有何項游子?

(16) 結果與解釋:

(17) 加熱對於水解之影響若何?

(18) 溶鋅於稀鹽酸中,然後使溶液蒸發至乾,能否得無水氯化鋅? 何故?

普通化學實驗

(21)

金屬之當量與原子價

Equivalent Weight and Valence

Number of Metals

提要： 在本實驗中，吾人以定量之金屬與酸反應而測計其放出氫氣之體積。放出氫氣 1.008gm. 或 11200c.c. 所需金屬之重量(gm.) 即為該金屬之當量。金屬之當量必等於或較小於其原子量。較小之倍數即為該金屬之原子價。

應用之試劑：

固體： 鋁片 鋅片 銅鉸網

應用之儀器用品： 量氣管 蒸發皿 燒杯 吸量管

姓名.....

學程及組別.....

試桌號數.....

試驗日期.....

實驗〔 〕 金屬之當量與原子價

A 取一容量為 50c.c. 之量氣管 (eudiometer), 用微熱之碳酸鈉溶液洗淨之⁽¹⁾. 取蒸餾水 200c.c., 置於燒杯中, 加熱沸煮約五分鐘, 然後任其冷卻至室內溫度⁽²⁾. 同時取金屬鋁一小片, 置於精確之天平上, 權得其準確之重量(約 0.025–0.034gm.), 然後以銅鉸網 (copper wire gauze) 包裹之⁽³⁻⁴⁾.

取一蒸發皿, 盛以已煮沸之蒸餾水. 另以此已煮沸之蒸餾水 60c.c., 加濃鹽酸 15c.c., 使之混和而注入洗淨之量氣管中, 裝滿後以大拇指擡緊管口, 使之倒立於蒸發皿中, 注意勿使空氣泡昇入管中. 然後迅即以銅鉸網包裹之鋁片塞入液面下之管口內, 令管口幾與皿底接觸, 然後以鐵架夾住之. 用吸量管吸去蒸發皿中之水 (約吸去三分之二), 另行加入濃鹽酸 5c.c. 俟作用停止後 (約半小時), 注意銅鉸網上是否尚留有無數氣泡, 可輕輕敲擊量氣管之下端, 使之上升. 然後以大拇指按緊管口, 使管中之氣體及餘下之稀酸, 由蒸發皿中移入滿盛冷水之大號量筒 (或無標度之玻璃圓筒) 中. 數分鐘後湊平管內外之液面, 然後記取管內氫氣所佔之容積, 記錄於右頁之表中⁽⁴⁾.

記取實驗時之室內溫度及氣壓計高度, 由校正至 0°C . 時之大氣壓力 (本書附錄一), 減去室內溫度時之水蒸氣壓力 (附錄二), 即得量氣管中氫氣之壓力. 然後依次求算鋁之當量及原子價⁽⁴⁻⁷⁾.

***B** 用鋅片代鋁 (約 0.09–0.12gm.), 依前法測求其當量及原子價⁽⁸⁻¹¹⁾.

問 題

(1) 量氣管之管壁上, 如留有油脂等污漬, 對於本實驗有何妨礙?

(2) 煮沸蒸餾水之目的何在?

(3) 試驗之金屬何以需用銅鉸網包裹之?

(4) 金屬鋁之重量	gm.
氫氣所佔之容積	c.c.
室內溫度	°C.
氣壓計高度	mm.
氣壓計附近之溫度	°C.
校正至 0°C. 時之大氣壓力	mm.
室內溫度時之水蒸氣壓力	mm.
氫氣之壓力	mm.

(5) 氫複算至標準狀況時所佔之容積:

(6) 求算金屬鋁之當量.

(7) 求算鋁之原子價

* (8) 金屬鋅之重量 gm.
氫氣所佔之容積 c.c.

* (9) 氫複算至標準狀況時所佔之容積:

* (10) 求算金屬鋅之當量.

* (11) 求算鋅之原子價.

普通化學實驗

(22)

氧化劑

Oxidizing Agents

提要： 本實驗列舉數種重要氧化劑，並研究此類氧化劑被還原後所得之還原產物 (reduction product)。

應用之試劑：

固體： 鋅粒 氯酸鉀 溴化鉀 硫酸亞鐵

溶液： H_2O_2 $Pb(NO_3)_2$ Na_2S NH_4CNS

$KMnO_4$ $K_2Cr_2O_7$ 氯水 溴水

應用之儀器用品： Kipp發生器(H_2S) 試管 漏斗 濾紙

姓名.....

學程及組別.....

試桌號數.....

試驗日期.....

實驗〔 〕 氧化劑

A 空氣 取蒸餾水 10c.c., 通入 H_2S 氣體 (Kipp 發生器), 使成清澈之硫化氫溶液, 任其曝露於空氣中, 約一小時後, 細察此溶液並解釋所得之結果⁽³⁾.

B 過氧化氫 混和任何含有鉛游子 (Pb^{++}) 及硫游子 (S^{--}) 之溶液各 1c.c., 濾出所得之沉澱, 用水少許加以洗滌後, 注過氧化氫數滴於濾紙上, 察其有無變化⁽⁴⁾.

C 鹵素 (halogens) 取亞鐵鹽之晶體少許, 溶於約 15c.c. 之水中, 分置所得之溶液於三試管, 第一試管中加硫代氰酸銨溶液 (NH_4CNS) 數滴而搖和之, 第二試管中先加製備未久之氯水數滴, 第三試管中先加溴水數滴, 然後第二, 第三試管中各加入 NH_4CNS 數滴而搖和之, 注意高價鐵鹽 (ferric salts) 遇硫代氰酸銨即得深紅色之 $Fe(CNS)_6^{--}$ 複游子 (實驗 19, B, b), 亞鐵鹽 (ferrous salts) 則否⁽⁵⁾.

D 硝酸與濃硫酸 置硝酸 (6N) 約 5c.c. 於試管中, 投入金屬鋅一小粒, 注意所得之結果並解釋之⁽⁶⁾.

取溴化鉀之晶體少許, 分盛於二試管中, 第一試管中加濃硫酸數滴而稍熱之, 第二試管中加 6N 之稀硫酸數滴, 亦稍加熱, 注意所得之結果, 並解釋之⁽⁷⁾.

E 重鉻酸鹽與高錳酸鹽 取重鉻酸鉀 ($K_2Cr_2O_7$) 及高錳酸鉀 ($KMnO_4$) 之溶液各 1c.c. (稀釋至 5c.c.), 分置於二試管中, 各加稀硫酸 3c.c., 並投入金屬鋅粒少許, 注意二試管中溶液之顏色⁽⁸⁾. 金屬鋅被氧化而成鋅游子 (Zn^{++}), 重鉻酸鉀及高錳酸鉀則分別還原為鉻游子 (Cr^{+++}) 及亞錳游子 (Mn^{++}).

F 氯酸鹽 取硝酸鉛溶液 [$Pb(NO_3)_2$] 10c.c., 通入 H_2S 氣體, 任令所得之沉澱, 下沉於底部 (可稍加熱), 傾去上層之溶液後, 加氯酸鉀 ($KClO_3$) 晶體

少許及稀鹽酸 2c.c., 稍使加熱, 注意所得之結果⁽⁹⁻¹⁰⁾.

G 高價鐵鹽與高價汞鹽——參閱次實驗(23)

問 題

(1) 試述氧化 (oxidation) 與還原 (reduction) 之定義。

(2) 何謂氧化劑? 何謂還原劑?

(3) 結果與解釋:

方程式:

(4) 結果與方程式(產物為硫酸鉛):

(5) 結果(加 NH_4CNS)

解釋

第一試管:

第二試管:

第三試管:

游子方程式:

(6) 結果與解釋:

方程式:

(7)

結果

解釋

第一試管(加稀硫酸):

第二試管(加濃硫酸):

方程式

(8)

原具之顏色

加鋅後之顏色

重鉻酸鉀溶液 ($K_2Cr_2O_7$):

高錳酸鉀溶液 ($KMnO_4$):

方程式:

(9) 結果與解釋:

方程式:

(10) 汝所熟知之氧化劑,除本實驗所述及者外,尙有其他否? 試略舉數種.

普通化學實驗

(23)

還原劑

Reducing Agents

提要： 本實驗列舉數種重要還原劑，並研究此類還原劑氧化後所得之氧化產物 (oxidation product)。

應用之試劑：

固體：	銅絲	金屬鋁	氧化銅	硫化亞鐵	氯化鉀	
	溴化鉀	碘化鉀	亞硫酸鈉	木炭末	石蕊試紙	
溶液：	KMnO_4	$\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$	FeCl_2	FeCl_3	$\text{K}_3\text{Fe}(\text{CN})_6$	AgNO_3
	SnCl_2	HgCl_2	溴水	石灰水		

應用之儀器用品： 試管 硬質大試管(連橡皮塞及導氣管)

姓名.....

學程及組別.....

試桌號數.....

試驗日期.....

實驗〔 〕還原劑

A 氫鹵素酸 取高錳酸鉀溶液 1-2c.c., 加等體積之濃鹽酸而熱之。注意逸出之氣體及其顏色, 復以潤溼之石蕊試紙移近管口, 察其有無漂白作用⁽¹⁾。

取氯化鉀、溴化鉀及碘化鉀之晶體各少許, 分置於三試管中, 各加濃硫酸 1-2c.c., 細察各試管加熱後逸出之氣體及留於管中之溶液, 呈現何種顏色, 用稀硫酸 (6N) 照樣處理此三種鹵素化物, 比較所得之結果⁽²⁻⁶⁾。

B 硫化氫 取重鉻酸鉀溶液 3c.c., 加等體積之稀鹽酸後, 投入硫化亞鐵 (FeS) 之碎屑少許, 硫化亞鐵與鹽酸反應而成硫化氫⁽⁷⁾, 硫化氫復使重鉻酸鉀還原, 注意溶液之顏色有何變化⁽⁸⁻⁹⁾。

C 亞硫酸與亞硫酸鹽 取高錳酸鉀溶液 5c.c., 加稀硫酸 1-2c.c. 後投入亞硫酸鈉之晶體少許, 亞硫酸鈉與硫酸反應而成亞硫酸⁽¹⁰⁾, 亞硫酸復使高錳酸鉀還原, 注意溶液之顏色有何變化⁽¹¹⁾。

D 金屬 取氯化亞鐵及氯化鐵之溶液各 2-3c.c., 分置於二試管中, 各加鐵氰化鉀溶液數滴, 注意並比較所得之結果⁽¹²⁾。另取氯化鐵 2-3c.c., 加稀鹽酸 1c.c., 投入金屬鋁一小粒, 數分鐘後注入鐵氰化鉀溶液數滴⁽¹²⁻¹³⁾。注意加鐵氰化鉀後溶液如呈現藍色, 即為含有亞鐵游子之佐證。

取硝酸銀溶液 3c.c., 置於試管中, 投入長約吋許之銅絲一根, 注意所得之結果並解釋之⁽¹⁴⁻¹⁶⁾。

E 碳 取氧化銅與木炭末各 0.5gm., 混和後裝入一硬質大試管中, 將試管橫夾於鐵架上, 加以劇熱, 同時用導氣管使放出之氣體通入石灰水中⁽¹⁷⁻¹⁸⁾。

F 亞鐵鹽、亞汞鹽及亞錫鹽 亞鐵鹽之還原作用, 已見前實驗 (22, C)。取氯化亞錫溶液 3-4c.c., 分盛於二試管中, 第一試管中加氯化汞溶液 1-2c.c.

第二試管中加溴水,直至搖和後仍保持溴水之黃色,然後亦加氯化汞溶液 1-2c.c. 注意二試管中所得不同之結果並解釋之⁽¹⁹⁻²¹⁾. 氯化亞錫遇溴水即行氧化,得氯化錫及溴化錫.

問 題

- (1) 結果與方程式:
- (2) 試將各試管中逸出氣體之顏色及試管中溶液之顏色,分別填註於下:

	濃 硫 酸		稀 硫 酸 (6N)	
	氣 體	溶 液	氣 體	溶 液
氯 化 鉀				
溴 化 鉀				
碘 化 鉀				

- (3) 欲製取純粹之氯化氫,宜用濃硫酸抑宜用稀硫酸,抑二者均可應用?
- (4) 欲製取純粹溴化氫,宜用濃硫酸抑宜用稀硫酸? 何故?
- (5) 用稀硫酸可得純粹之碘化氫否? 何故?
- (6) 鹵素化氫中孰為最強之還原劑?
- (7) 方程式:
- (8) $K_2Cr_2O_7$ 溶液變為何色? 溶液中似已生成何游子?

(9) 方程式:

(10) 方程式:

(11) KMnO_4 溶液變為何色?

方程式:

(12) FeCl_2 FeCl_3 酸化並加金屬鋁後之 FeCl_3

加入 $\text{K}_3\text{Fe}(\text{CN})_6$

後溶液之顏色:

(13) 試作一游子方程式以示高價鐵游子與金屬鋁之反應。

(14) 結果與解釋:

(15) 試作一游子方程式以示銀游子與金屬銅之反應。

(16) 投銀絲於銅鹽之溶液中,可使銅澱積而出否? 何故?

(17) 石灰水中起何變化? 何故?

(18) 試管中之氧化銅起何變化?

方程式:

(19) 加 HgCl_2 後所得之結果

SnCl_2

SnCl_2 + 過量之 Br_2

(20) 解釋結果(19),並作方程式以示之。

(21) 汝所熟知之還原劑,除本實驗所述及者外,尙有其他否? 試略舉數種。

普通化學實驗

(24)

氧化價與還原價

A Study of Oxidizing and
Reducing Valences

提要： 見次頁。

應用之試劑：

固體： 高錳酸鉀 硫酸亞鐵銨

應用之儀器用品： 燒杯 量瓶(100c.c., 250c.c.) 吸量管(50c.c.)

滴定管(連管夾)

姓名.....

學程及組別.....

試桌號數.....

試驗日期.....

實驗〔 〕 氧化價與還原價

氧化劑與還原劑之克式量 (gram formula weight) 爲其克當量之若干倍, 需視其爲氧化劑或還原劑時獲取或釋出若干電子, 亦即其中某元素之原子價共減少或增加若干單位而定。例如 $K_2Cr_2O_7$ 爲氧化劑時, Cr 之原子價由 +6 減至 +3 (Cr^{+++}), 二 Cr 原子共減少原子價 6 單位; 或依據其電子方程式:



共獲取 6 個電子, 故其克式量爲克當量之 6 倍, 亦即其氧化價爲 6 $FeSO_4$ 爲還原劑時, Fe 之原子價由 +2 增至 +3, 亦即釋出一電子:



故其克式量即其克當量, 亦即其還原價爲 1。

本實驗之目的, 即所以示如何由化合物 A 之氧化價或還原價, 測求物質 B 之還原價或氧化價。假定 A 爲氧化劑, B 爲還原劑, 其濃度均爲 M/10 [每升 (l.) 中含化合物 $\frac{1}{10}$ 克式量, 或元素 $\frac{1}{10}$ 克原子量]。如滴定時 A 與 B 之體積相等, 則其氧化價與還原價相等。如 A 三倍於 B, 則 B 之還原價必三倍於 A 之氧化價, 如 B 三倍於 A, 則 A 之氧化價必三倍於 B 之還原價。

A 在精確之天平上, 秤取適量之 $KMnO_4$, 以製成 M/10 溶液 100c.c.⁽¹⁾ ($KMnO_4$ 之重量, 不滿 2gm., 故必須用精確之天平, 但祇需秤至 0.01gm.)。先將此晶體溶於 20c.c. 之熱水中, 然後傾入 100c.c. 之量瓶 (measuring flask) 中, 俟完全冷卻後, 加蒸餾水稀釋至 100c.c. 而混和之。

同樣秤取適量之硫酸亞鐵銨 [$FeSO_4 \cdot (NH_4)_2SO_4 \cdot 6H_2O$], 以製成 M/10 溶液 250c.c.⁽²⁾。先溶入 100c.c. 之蒸餾水中 (加濃硫酸三滴), 然後傾入 250c.c. 之量瓶中, 用蒸餾水稀釋至 250c.c. 而混和之。

B 用吸量管量取 $\text{FeSO}_4 \cdot (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 之 M/10 溶液 50c.c., 加稀硫酸 (6N) 5c.c., 然後以 KMnO_4 之 M/10 溶液滴定之. 溶液中經攪拌後呈淡紅色, 即為滴定之終點⁽³⁾.

再滴定一次, 平均所得之結果⁽³⁾. 吾人已知 Fe^{++} 之還原價為 1 (見上), 由本實驗即可測知 KMnO_4 在酸性溶液中之氧化價⁽⁴⁻⁸⁾.

問題

(1) 製備 KMnO_4 之 M/10 溶液 100c.c., 需秤取 KMnO_4 若干 gm.?

(2) 製備 $\text{FeSO}_4 \cdot (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 之 M/10 溶液 250c.c., 需秤取此晶體 (含化合水六分子) 若干 gm.?

(3)	<u>第一次</u>	<u>第二次</u>
	滴定管中之最後液面:	
	滴定管中之最初液面:	_____
	KMnO_4 M/10 溶液 (c.c.)	
	平均(c.c.).....	

(4) 與 KMnO_4 溶液 1c.c. 相當之 $\text{FeSO}_4 \cdot (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 溶液為若干 c.c.?

(5) 求算 KMnO_4 在酸性溶液中之氧化價.

(6) 試作一電子方程式以示 KMnO_4 在酸性溶液中之氧化價(實驗所得之結果),與其在方程式中所獲取之電子數相符。

(7) 製備 KMnO_4 之當量溶液(1N)1 l., 需用 KMnO_4 若干 gm.?

(8) KMnO_4 在鹼性溶液中還原為 MnO_2 , 此時 KMnO_4 之氧化價為若干? 此時每升當量溶液中所含之 KMnO_4 , 重若干 gm.?

*(9) 亞砷酸鹽(arsenite)在鹼性溶液中能氧化而成砷酸鹽(arsenate). 亞砷酸鹽之還原價為若干? 試作一電子方程式以示之。

*(10) 與三氧化砷 $\frac{1}{10}$ 克分子反應而成亞砷酸鉀, 需用碳酸鉀若干 gm.?

*(11) 製備亞砷酸鹽為還原劑時之 N/20 溶液 1 l., 需用三氧化砷若干 gm.?

普通化學實驗

(25)

中和熱之測定

Heat of Neutralization

提要： 苟中和而僅係等數 H^+ 與 OH^- 化合而成水分子之反應，且中和進行時必有熱量放出，則每生成一克分子之水時所放出之熱量必等，固不論其 H^+ 或 OH^- 之來源為若何也。本實驗之目的，即所以證示此說之確否。但所用之酸與鹽基，必須為活動性強大者，如用弱酸或弱鹽基，則除中和熱外，尚涉及游離熱 (heat of ionization) 等，結果不甚符合。

應用之試劑： N/2 NaOH (需確知其當量濃度)
N/2 HCl (不必準確，但必須較NaOH稍濃)
N/2 HNO_3 (全上)

應用之儀器用品： 卡計(連 0.1° 溫度計及攪拌器) 量筒 燒杯

姓名.....

學程及組別.....

試桌號數.....

試驗日期.....

實驗〔 〕中和熱之測定

A 水當量 (water equivalent) 之測定 向用品室借取簡單卡計一具(普通半磅或一磅之熱水瓶,玻璃棒彎成之攪拌器,及精確溫度計,可測至 $\frac{1}{10}$ 度者)。在測計中和熱之前,吾人必須先測求此卡計之水當量。所謂水當量者,即此卡計連附件在內,溫度上昇一度所需之熱量(卡)也。置冷水 100c.c. 於卡計中,用溫度計測得其準確之溫度(t_1)。另取水 100c.c.,置於燒杯中稍稍加熱,令其溫度昇高 7-8 度,用同一溫度計測得其溫度 (t_2) 後,迅即將溫水傾入卡計中,運用攪拌器,令溫水與冷水澈底混和後,遂即將已冷卻後之溫度計插入,精密測得其溫度 (t_3)。同樣試驗二次,將所得之結果填記表中,求算二次試驗所得之水當量而平均之⁽¹⁻³⁾。

B 中和熱之測定 量取 N/2 NaOH 與 N/2 HCl 各 100c.c., 將 NaOH 注入卡計,分別測得二溶液之溫度而平均之(t_4)。將 HCl 溶液亦傾入卡計中,迅即加塞(連溫度計及攪拌器)而攪和之,記取混和後昇達最高之溫度 (t_5), 將結果填記表中⁽⁴⁾。

假定此 200c.c. 溶液之比熱為 1 (與水之比熱相同,因其為稀溶液故也), 求算酸與鹼混和後放出之熱量。卡計之水當量,可用二次測得之平均值。已知酸與鹼混和後放出之熱量,即可求算酸與鹼之中和熱⁽⁵⁾。

重作上述實驗,測求 NaOH 與 HNO₃ 之中和熱⁽⁴⁻⁸⁾。

問 題

- (1) 何謂中和熱?

(2) 卡計每昇高一度所需之卡數,何故稱為水當量?

(3)	第 一 次	第 二 次
冷水之溫度(t_1)		
溫水之溫度(t_2)		
混和後之溫度(t_3)		
冷水吸取之熱量(h_1) $100 \times (t_3 - t_1)$		
溫水散放之熱量(h_2) $100 \times (t_2 - t_3)$		
卡計之水當量 (每昇高一度時 所吸收之卡數) $(h_2 - h_1) / (t_3 - t_1)$		
平均水當量		

(4)	(a) NaOH-HCl	(b) NaOH-HNO ₃
HCl或HNO ₃ 之溫度		
NaOH之溫度		
平均溫度(t_4)		
混和後之溫度(t_5)		
昇高之溫度($t_5 - t_4$)		
放出之熱量(h_3)		
NaOH之當量濃度		
中 和 熱		

(5) 中和熱之求算[先求算放出之熱量 (h_3), 復由 h_3 及 NaOH 之當量濃度, 求算中和熱]:

(a) NaOH-HCl:

(b) NaOH-HNO₃:

(6) 比較所得之結果而解釋之。

(7) 由本實驗所得之結果, 可得何項結論(關於酸鹼之中和)?

(8) 求算中和熱時, 何以用 NaOH 之當量濃度而不計及 HCl 或 HNO₃ 之濃度? 苟鹼較酸稍濃, 則求算中和熱時應計及鹼之濃度, 抑酸之濃度?

*(9) 何謂放熱反應(exothermic reaction)? 試舉例解釋之。

*(10) 何謂吸熱反應(endothermic reaction)? 試舉例解釋之。

普通化學實驗

(26)

氯之製取及其性質

Preparation and Properties

of Chlorine

提要： 本實驗例解(1)由氫氯酸(即鹽酸)氧化以製氯，(2)氯之化性——直接與許多金屬及非金屬化合之特殊化性，(3)漂白粉之製造及其應用。

應用之試劑：

固體： 二氧化鉛 高錳酸鉀 氯酸鉀 二氧化錳
錫屑 銅絲 硫黃 色布
'澱粉碘化鉀'試紙 消石灰 石蕊試紙

溶液： 氯水(製備未久者)

應用之儀器用品： 裝置(第13圖)

姓名.....

學程及組別.....

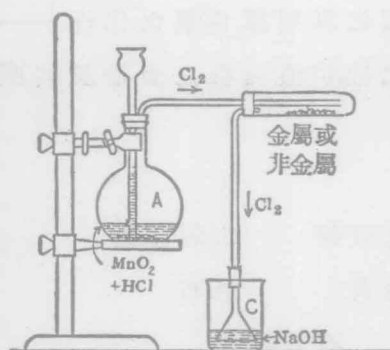
試桌號數.....

試驗日期.....

實驗〔 〕 氯之製取及其性質

氯性毒，應於換氣櫥(hood)中製取之。

取氯酸鉀、高錳酸鉀及二氧化鉛各少許，分置於三試管中，各試管中注入濃鹽酸 1-2c.c.，注意各試管中逸出氣體之色與臭⁽¹⁾。如無顯著之反應，可稍加熱，取潤溼之「澱粉碘化鉀」試紙移近管口，察其變化並解釋之⁽²⁻⁴⁾。



第 13 圖

收集如圖示之裝置(第 13 圖)。燒瓶 A 中置二氧化錳 24gm. 及濃鹽酸 100c.c. 而混和之。試管須預備四只，分盛極少量之銻屑、銅絲、硫黃及約 5gm. 之消石灰。將此四試管依次與燒瓶 A 接連，燒杯 C 中之 NaOH 稀溶液(約 100c.c.)，乃用以吸收過剩之氯氣⁽⁵⁻⁷⁾。

先將燒瓶緩緩加熱，俟黃綠色之氣體，已充滿於試管後，即將試管亦緩緩加熱。注意勿令氯氣發生過速，試管加熱切勿過劇。否則生成之氯化物烟霧，將被掃蕩而入 NaOH 矣。俟第一試管中之反應已進達完全，即停止加熱，移去試管，迅即換上盛有另一物質之試管，繼續加熱。如是依次更換，最後將盛消石灰之試管換上(試管可不必加熱)。細察銻、銅及硫分別與氯反應時之情形，及最後所得之產物⁽⁸⁻⁹⁾。消石灰試管中需通入氯氣稍久(約半小時)，直至不復有氯氣發生，始可取出。

取製成之漂白粉⁽¹⁰⁾，置於燒杯中，加水 40c.c.，震搖數分鐘後過濾之。濾液中加稀鹽酸使之酸化，然後投入石蕊試紙、墨水字跡之紙條、鉛筆字跡之紙條及色布，細察所得之結果並解釋之⁽¹¹⁻¹³⁾。

取製備未久之氯水 10c.c.，投入石蕊試紙及墨水字跡之紙條⁽¹⁴⁻¹⁶⁾。

氯除能與多數金屬及非金屬直接化合外,尚能直接與氫化合而成氯化氫,可由教員作一示教實驗使氫氣流在氯氣中燃燒,即得氯化氫,可試以 NH_4OH ,或試以潤溼之石蕊試紙。

問 題

(1) 結果:

(2) '澱粉碘化鉀'試紙變為何色? 何故?

(3) 試作平衡的方程式,以示 KClO_3 、 KMnO_4 及 PbO_2 與濃鹽酸之反應,並分別註明原子價之增減,孰為氧化劑,及孰為還原劑。

(a)

(b)

(c)

(4) 上列各反應中,鹽酸並未完全氧化,被氧化者為其用量之若干部分(分式)? (a) (b) (c)

(5) 二氧化錳與鹽酸反應時,原子價之增減若何?

方程式:

(6) 被氧化之鹽酸,為其用量之若干部分(分式)?

(7) 氯與 NaOH (冷溶液)之反應式若何?

(8) 與氯反應時之情形 最後所得產物之狀態 產物

(a) 銻屑 (Sb).

(b) 銅絲 (Cu):

(c) 硫黃 (S):

(9) 方程式: (a)

(b)

(c)

(10) 製成漂白粉之方程式:

(11) 漂白粉溶液何以必須使之酸化?

方程式:

(12) 實際上之漂白劑為何?

(13) 試驗之字跡、色布、石蕊試紙等,何者退色,何者不退色(何故)?

(14) 結果:

(15) 氯水中之漂白劑為何?

方程式:

(16) 試將氯之性質(藉本實驗習知者)分列於下:

體性

化性

普通化學實驗

(27)

鹵素與鹵素化物

A Study of Halogens and Halides

提要： 本實驗例解(1)鹵素(溴與碘、氯之製取已見前實驗)之製取，(2)各鹵素化物(即鹵素游子)之化學檢驗反應。

應用之試劑：

固體： 溴化鉀 碘化鉀 二氧化錳 '澱粉碘化鉀'試紙

液體： 二硫化碳

溶液： 氯水 溴水 AgNO_3 HgNO_3 $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$

KCl KBr KI 澱粉乳狀液 稀硫酸(1:2)

應用之儀器用品： 研鉢 試管 蒸發皿 淺玻璃

姓名.....

學程及組別.....

試桌號數.....

試驗日期.....

實驗〔 〕 鹵素與鹵素化物

A 取溴化鉀約 1gm. 與二氧化錳約 2gm., 置於研鉢中密切混和後, 傾入一試管中, 加稀硫酸(1:2)少許潤溼之, 使之稍熱, 注意逸出蒸氣之顏色及性狀⁽¹⁾. 取一潤溼之 '澱粉碘化鉀' 試紙移近管口, 與蒸氣接觸, 察其有無變化, 並解釋之⁽²⁾.

取碘化鉀約 1gm. 與二氧化錳約 2gm., 在研鉢中密切混和後, 置於蒸發皿中, 加稀硫酸(1:2)少許潤溼之, 上蓋以淺玻璃皿, 淺玻璃皿上置冷水少許, 然後稍使蒸發皿加熱, 注意淺玻璃皿底面所得之晶體⁽³⁾. 取澱粉乳狀液潤溼之紙條移近蒸發皿, 曝露於碘之蒸氣中, 察其有無變化⁽⁴⁾.

B 取溴水 1c.c., 加二硫化碳 $\frac{1}{2}$ c.c. 而搖和之⁽⁵⁾.

溶製成之碘少許於 10c.c. 之水中, 分盛二試管, 第一試管中加二硫化碳約 $\frac{1}{2}$ cc. 而搖和之⁽⁶⁾. 第二試管中注入澱粉乳狀液數滴⁽⁷⁾.

取 KBr 及 KI 溶液各 2c.c., 分置於二試管中, 各試管中加製備未久之氯水少許而搖和之⁽⁸⁾. 再注入澱粉乳狀液數滴⁽⁸⁻⁹⁾.

另取 KBr 及 KI 溶液各 2c.c., 分盛於二試管中, 各試管中加入二硫化碳 $\frac{1}{2}$ c.c. 及製備未久之氯水 2c.c. 而搖和之⁽¹⁰⁻¹¹⁾.

加溴水 2c.c. 於 KI 溶液中, 再加澱粉乳狀液數滴⁽¹²⁻¹³⁾.

C 取 KCl 或 NaCl 溶液 10-15c.c., 分盛於三試管中, 復依次分別注入硝酸銀、硝酸亞汞、硝酸鉛溶液數滴⁽¹⁴⁻¹⁵⁾. 俟各試管中之沉澱下降後, 傾去上層液體, 加水數 c.c. 而煮沸之⁽¹⁶⁾. 如試管中之沉澱不溶於熱水中, 則傾去熱水, 注入 NH_4OH 數 c.c. 而搖和之⁽¹⁶⁻¹⁷⁾.

取 KCl, KBr 及 KI 溶液各 1c.c., 分置於三試管中, 各試管中稍加硝酸數滴使之酸化後, 注入硝酸銀溶液 1c.c., 細察各試管中所得沉澱之顏色⁽¹⁸⁾. 傾去各試管中之上層溶液, 留沉澱於試管之底部, 加稀 NH_4OH , 察其能否使

沉澱溶解⁽¹⁸⁻¹⁹⁾.

D 向教員索取兩種鹵素化合物,試用合理之方法(勿用反證法)檢定其中之鹵素,即辨認其為氯化物,抑為溴化物,抑為碘化物(氟化物之檢驗,此處可略,詳實驗 70,D)⁽²⁰⁾.

問 題

(1) 蒸氣之顏色及性狀:

方程式:

(2) 結果與解釋:

(3) 晶體之顏色:

方程式:

(4) 結果:

(5) 試管底部之 CS_2 呈何顏色?

解釋:

(6) 試管底部之 CS_2 呈何顏色?

解釋:

(7) 結果

(8) 第一試管(KBr)

第二試管(KI)

加氯水後之結果:

再加澱粉乳狀液:

(9) 解釋

(10) 第一試管(KBr)

第二試管(KI)

加入氯水後試管底

部 CS_2 所呈之顏色:

(11) 解釋:

(12) 結果與解釋:

(13) 鹵素活動性由強而弱之順序:

(14) 結果:

(15) 方程式: (a)

(b)

(c)

(16) 所得之沉澱,何者溶於熱水中,何者溶於 NH_4OH , 何者遇 NH_4OH 變黑?

(17) 方程式:

(18)

KCl

KBr

KI

加 AgNO_3 後所得之沉澱:

沉澱之顏色:

加 NH_4OH 後之結果:

(19) 氟化物加硝酸銀,可得氟化銀之沉澱否? 何故?

(20) 方法與結果:

普通化學實驗

(28)

氫鹵素酸

A Study of Hydrohalogen Acids

提要: 本實驗例解(1)鹵素化氫(即氫鹵素酸)之製取方法,(2)氟化氫對於玻璃之彫刻作用,(3)碘化氫之性質,(4)可逆反應(reversible reaction)時欲向某方進達完全之條件。

應用之試劑:

固體: 石蠟 螢石(氟化鈣) 氯化銨 食鹽 氯化鋇
溴化鈉 碘化鉀 碘 氯化汞 赤磷
碳酸鉀 二氧化錳 石蕊試紙

溶液: NaHSO_4 (飽和) H_3PO_4

應用之儀器用品: 玻璃片 鉛皿 玻棒 試管
橡皮塞或軟木塞(具一孔,裝於試管上) 燒杯
冷凝管(彎成直角之玻管)

姓名.....

學程及組別.....

試桌號數.....

試驗日期.....

實驗 [] 氫鹵素酸

A HF之製取及其對於玻璃之彫刻作用 取玻璃一方塊，塗一層熔蠟，復用釘或銼刀刻成一簡單字或記號。取螢石 (CaF_2) 約 3gm.，置於鉛皿中，加濃硫酸數滴使之潤溼，並稍稍加熱，以玻棒蘸取 NH_4OH 一滴，移近鉛皿，察其有無變化⁽¹⁻²⁾。以預備好之方玻璃蓋於鉛皿之上（停止加熱），蠟面向下，至下次實驗時，刮去熔蠟，細察玻璃上所留之字跡⁽³⁾。

B HCl 之製取 取氯化銨、氯化鋇、氯化汞及氯化鈉各少許，分置於四試管中，各試管中加濃硫酸數滴，細察所得氣體之色與臭，並注意各試管中反應之比較強弱⁽⁴⁻⁵⁾。對各試管之管口呵氣，察其有何現象⁽⁶⁾。將蘸有 NH_4OH 之玻棒，伸入各試管中，察其發生何項變化⁽⁷⁻⁹⁾。

C HBr 之製取 取溴化鈉或溴化鉀之晶體少許，分置於二試管中。第一試管中加 6N 之稀硫酸數滴⁽¹⁰⁾。第二試管中加磷酸 (H_3PO_4) 數滴⁽¹¹⁻¹²⁾。用玻棒蘸取 NH_4OH ，伸入各試管，以檢驗各試管中逸出之氣體，如無顯著反應，可稍加熱。

D HI 之製取 取碘一小晶粒，與大小相等之赤磷混和後，置於試管中緩緩加熱（當心）。俟冷卻後，加水數滴，復熱之使沸，用石蕊試紙檢驗逸出之蒸氣⁽¹³⁻¹⁵⁾。

E HI 之還原性質 取 KI 及 MnO_2 各少許，混和後置於試管中，加 H_3PO_4 數滴，並使之稍熱⁽¹⁶⁻¹⁷⁾。

F HI 之酸性 置 KI 約 1gm. 於試管中，加 H_3PO_4 2-3c.c. 試管上裝一橡皮塞（或軟木塞），及彎成直角之冷凝管，插入另一盛冷水 10c.c. 之試管中，使 KI 試管加熱，HI 即蒸餾而出，將蒸餾物傾入一小燒杯中，徐徐加入碳酸鉀⁽¹⁸⁾，直至溶液變成鹼性，緩緩使此溶液蒸發至較小之體積，置於桌旁，任令其徐徐析出晶體⁽¹⁹⁾。

G HCl 之製取爲可逆反應 取 NaHSO_4 之飽和溶液 5c.c., 置於試管中, 徐徐加入濃鹽酸, 勿使溶液混和, 細察溶液中有無沉澱析出⁽²⁰⁻²²⁾.

問 題

(1) 現象:

(2) 解釋:

(3) 玻璃上之字跡, 顯係 HF 與玻璃中之主要成分反應有以致之, 試作方程式以示由螢石製取 HF, HF 與 NH_4OH 之反應, 及 HF 與 CaSiO_3 (玻璃中之成分) 之反應.

(4) 各試管中逸出之氣體呈何顏色? 有刺激異臭否?

(5) 各試管中反應之強弱比較若何(依次排列)?

(6) 結果與解釋:

(7) 結果與解釋.

(8) 方程式:

(9) 遇 NH_3 而生成類此之白霧者屬於何類化合物?

(10) 結果與方程式:

(11) 結果與方程式:

(12) 可用濃硫酸否? 何故?

(13) 石蕊試紙檢驗之結果:

(14) HI 如何生成?

(15) 方程式:

(16) 結果:

(17) 依據此實驗,如何可以證示 HI 爲還原劑?

(18) 加 K_2CO_3 時逸出之氣體爲何?

(19) 析出之晶體爲何?

方程式:

(20) 結果:

(21) 試作一方程式以示此反應與由食鹽製取 HCl 之關係。

(22) 取決可逆反應之趨向何方進行較爲完全,其條件若何?

普通化學實驗

(29)

硫化氫之性質及其用途

The Properties and Uses of
Hydrogen Sulfide

提要： 本實驗證示硫化氫及其溶液之主要性質：(1)弱酸，其活動性之弱小，猶遜於鹽基中之 NH_4OH ，(2)還原性質，(3)能使大多數金屬沉澱為硫化物。故硫化氫除可用作還原劑外，尚有其另一主要用途，即分析化學上可用作最估重要之沉澱劑。

應用之試劑：

固體： 硫化亞鐵 石蕊試紙

溶液： $\text{Pb}(\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2)_2$ AsCl_3 $\text{Mn}(\text{NO}_3)_2$ $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ CuSO_4
 ZnSO_4 $\text{Cd}(\text{NO}_3)_2$ FeSO_4

應用之儀器用品： Kipp發生器(H_2S) 試管 蒸發皿

姓名.....

學程及組別.....

試桌號數.....

試驗日期.....

實驗 [] 硫化氫之性質及其用途

實驗室中應由教員預裝 H_2S 之 Kipp 發生器，置於換氣櫥中，以備應用。

A 置硫化亞鐵 (FeS) 少許於試管中，加稀鹽酸 1-2c.c.，注意試管中逸出氣體之異臭，復以紙條蘸取醋酸鉛溶液 [$Pb(C_2H_3O_2)_2$]，移近試管口，察其有無變化⁽¹⁻²⁾。

請教員協助，令 H_2S 氣體 (Kipp 發生器) 燃着，使其火焰⁽³⁾ 直向蒸發皿或其他冷瓷面噴射。注意所得之結果——蒸發皿上之澱積物⁽⁴⁻⁶⁾。

置蒸餾水 10c.c. 於試管中，通入 H_2S 氣體約一分鐘，以石蕊試紙檢驗所得之溶液⁽⁷⁻⁸⁾。將所得之溶液傾入蒸發皿中，沸煮數分鐘。同時徐徐注入蒸餾水，以補充蒸發而去之水分。再以石蕊試紙檢驗沸煮後之溶液⁽⁹⁻¹⁰⁾。

置 NH_4OH (6N) 8c.c. 於試管中，通入 H_2S 氣體，使達飽和 (約 1-2 分鐘) 後，再注入 NH_4OH 8c.c.⁽¹¹⁾。以石蕊試紙檢驗所得之溶液⁽¹²⁾。將此溶液傾出 5c.c. 於另一試管中，加稀鹽酸 2c.c.，細察有無具異臭之氣體發生⁽¹³⁻¹⁴⁾。餘下之溶液，勿棄去，留待後用 (B)。

B 取三氯化砷 ($AsCl_3$)、硫酸銅 ($CuSO_4$)、硫酸鋅 ($ZnSO_4$)、硝酸錳 [$Mn(NO_3)_2$]、硝酸鎘 [$Cd(NO_3)_2$] 及硫酸亞鐵 ($FeSO_4$) 之溶液各 3c.c.，分盛於六試管中 (試管上作標記)。各試管中加上節留下之硫化銨溶液 1c.c.，細察各試管中所得沉澱之顏色⁽¹⁵⁻¹⁶⁾。將各試管中之溶液傾去大半，僅留沉澱少許於管底，加過量稀鹽酸 (約 5c.c.) 而震搖之。細察各試管中之沉澱，何者溶於鹽酸中，何者並不溶解^(15, 17-18)。

C 取重鉻酸鉀溶液及稀硫酸各 2-3c.c.，混和後通入 H_2S 氣體，約一二分鐘。注意所得溶液之顏色⁽¹⁹⁾。使之過濾，細察濾紙上有無沉澱⁽²⁰⁻²²⁾。

問 題

- (1) 製取硫化氫之方程式:
- (2) 以醋酸鉛試紙檢驗之結果:
方程式:
- (3) 硫化氫燃燒時之火焰,呈何顏色?
- (4) 澱積於蒸發皿上者為何物質?
- (5) 由此可證硫化氫在高溫度時是否安定?
- (6) 硫化氫燃燒時之反應式(平衡):

- (7) 石蕊試紙檢驗之結果:
- (8) 可見溶液中有何項游子?
- (9) 沸煮後檢驗之結果:
- (10) 硫化氫溶液(氫硫酸)加熱後,能否使 H_2S 氣體驅出?
- (11) 試作方程式以示 NH_4OH 與 H_2S 之反應(分為二步).

- (12) 硫化銨溶液具酸性反應,抑具鹼性反應?
- (13) 加鹽酸後之結果若何?
方程式:
- (14) 由以上所得之結果,足證氫硫酸為弱酸,抑為強酸?
- (15) (a)AsCl₃ (b)CuSO₄ (c)ZnSO₄ (d)Mn(NO₃)₂ (e)Cd(NO₃)₂ (f)FeSO₄
加 $(NH_4)_2S$ 後
所得之沉澱:
沉澱之顏色:
加HCl後
是否溶解:

(16) 方程式:

(a)

(b)

(c)

(d)

(e)

(f)

(17) 何項硫化物雖在酸性溶液中,亦能沉澱而出(即不溶於HCl中者)?

(18) 何項硫化物在中性或鹼性溶液中始能沉澱而出(即溶於HCl中者)?

(19) $K_2Cr_2O_7$ 溶液原具之顏色:

通入 H_2S 氣體後之顏色:

(20) 濾紙上有沉澱否? 是何顏色? 此沉澱係何物質?

(21) 方程式(標記其中電子之傳遞而後平衡之):

(22) 試列舉 H_2S (氣體及其溶液) 在本實驗中所證實之性質與用途:

(a) 體性:

(b) 化性:

(c) 用途:

普通化學實驗

(30)

硫酸之製造

Preparation of Sulfuric Acid

提要： 本實驗之目的，爲例解製造硫酸二大方法——接觸法 (contact process) 及鉛室法 (chamber process)——中所得涉及之反應。

應用之試劑：

固體： 亞硫酸氫鈉 硫酸氫鈉

“氧化鐵石棉”觸媒—— Fe_2O_3 與四倍體積之潮溼石棉混和後，置於爐中烘乾之即成。

溶液： KMnO_4 BaCl_2

應用之儀器用品： 裝置(第 14, 15 圖) 試管

姓名.....

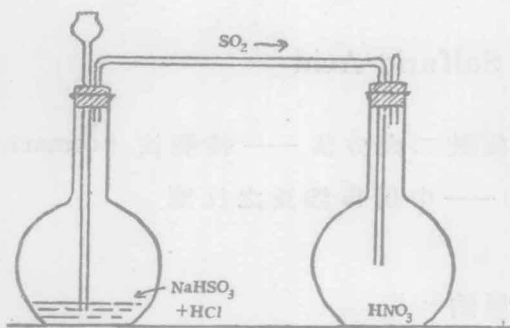
學程及組別.....

試桌號數.....

試驗日期.....

實驗〔 〕 硫酸之製造

A 鉛室法 裝置如下圖(第14圖)所示,左方之燒瓶(250c.c.大小)中盛



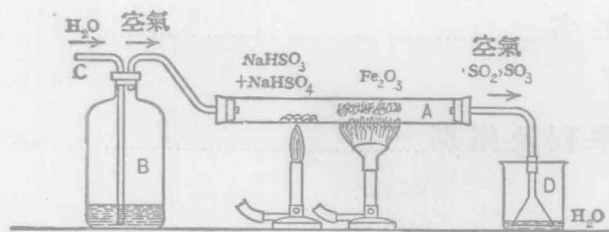
第 14 圖

亞硫酸氫鈉(NaHSO_3)約15gm.位於右方者為另一乾燥之燒瓶,瓶中注入濃硝酸2-3滴,稍使加熱,令瓶中之硝酸氣化⁽¹⁾.由長頸漏斗中徐徐注入稀鹽酸⁽²⁾.注意右方燒瓶中初現黃色,漸即消散⁽³⁾.瓶壁四週生成之“鉛室晶體”(chamber crystals),即係亞硝醯硫酸(nitrosyl sulfuric acid)⁽⁴⁾.在工業上必須

用蒸汽使此晶體分解為硫酸及氮之氧化物.右方燒瓶中可注入水數滴,細察其有無變化⁽⁵⁾.至是復注入水約10c.c.而震搖之,於所得之溶液中,加氯化鋇溶液,察其有無白色沉澱析出;傾去上層溶液,加濃鹽酸數滴於沉澱上,如沉澱並不溶解,即係硫酸(即硫酸根游子, SO_4^{--})存在之明證⁽⁶⁾.

B 接觸法 裝置如下圖(第15圖)所示.圖中A為硬質玻管,左端盛 NaHSO_3 與 NaHSO_4 之混合物(各約3gm.),右端鬆塞若干“氧化鐵石棉”觸媒.

B為大瓶,容積約有2l.將自來水與C接通後,水即徐徐流入瓶中,瓶中空氣即徐徐流經觸媒之上.右方之漏斗,浸入燒杯中水面之下.



第 15 圖

先將 NaHSO_3 與 NaHSO_4

混合物加熱,使發生 SO_2 (由水面提起漏斗,即能嗅到窒息性之 SO_2),然後使觸媒加熱至赤熾高溫,同時通入空氣,注意漏斗中之 SO_3 白霧,並細察其是

否溶解於水中,最後將燒杯中所得之溶液,取其一部分,依上法作硫酸根游子之檢驗⁽⁷⁻⁸⁾。另一部分溶液中,可加等量之 KMnO_4 稀溶液(注 KMnO_4 溶液數滴於水中,使呈淡紅色),注意所得之結果並解釋之⁽⁹⁻¹⁵⁾。

問 題

(1) 硝酸加熱後之產物爲何?

(2) 注入鹽酸後發生何項氣體?

方程式:

(3) 右方之燒瓶中初現黃色,漸即消散,何故?

(4) 方程式:

(5) 瓶中注入水數滴,起何變化? 試解釋之。

(6) 結果:

(7) 結果:

(8) SO_2 之氧化苟不完全,則溶液中除 H_2SO_4 外,尙有何酸?

(9) 結果與解釋:

(10) 欲製取二氧化硫,除本實驗所涉及之二種方法外,尙有何法?

(30-iv)

普通化學實驗

- (11) 由 NaHSO_3 15gm. 與稀鹽酸反應, 可得 SO_2 若干 (在標準狀況時之體積)?
- (12) 由 NaHSO_3 3gm. 與 NaHSO_4 混和加熱, 可得 SO_2 若干 (在標準狀況時之體積)?
- (13) 假定空氣中五分之一為氧, 與前題所得之二氧化硫化合而成三氧化硫, 需空氣若干 l.?
- (14) 製造濃硫酸 1 l., 密度為 1.835, 純度為 96%, 需燃硫若干?
- (15) 今有一種烟煤在此, 含硫百分之一, 假定此煤燃燒時, 其含硫之半變易為硫酸, 問每日燃煤 1000 噸之城市上空, 硫酸散放之速率若何?

普通化學實驗

(31)

硫之含氧酸與含氧鹽

Oxy-acids and Oxy-salts of Sulfur

提要： 本實驗除例解亞硫酸之各項性質——(1)弱酸,(2)還原作用,(3)氧化作用,——及硫酸之各項性質——(1)強酸,(2)氧化作用,(3)脫水性質,——外,尚涉及其含氧鹽(硫酸鹽與亞硫酸鹽)之化學檢驗法。

應用之試劑:

固體:	亞硫酸鈉	碳酸鈉	鋅	錫	鋁	硫黃
	木炭	蔗糖				
溶液:	KMnO ₄	BaCl ₂	ZnSO ₄	Na ₂ SO ₄	H ₂ S	H ₂ SO ₃
	Br ₂	Pb(C ₂ H ₃ O ₂) ₂				

應用之儀器用品: 試管 濾紙 漏斗 玻棒

姓名.....

學程及組別.....

試桌號數.....

試驗日期.....

實驗〔 〕 硫之含氧酸與含氧鹽

A 亞硫酸與亞硫酸鹽 置亞硫酸鈉 (Na_2SO_3) 少許於試管中,注入稀鹽酸 1-2c.c.,迅即以紙條蘸取高錳酸鉀之稀溶液 (KMnO_4),懸入試管管口,注意試管中逸出氣體所特具之窒息性異臭及紙條上 KMnO_4 溶液顏色之變化⁽¹⁻⁴⁾。

置亞硫酸 (H_2SO_3 , 即二氧化硫之水溶液) 5c.c. 於試管中,注入氫硫酸(即硫化氫之水溶液) 5c.c.,細察有無沉澱析出⁽⁵⁻⁶⁾。所用之亞硫酸與氫硫酸,均需製備未久者。

置亞硫酸 3c.c. 於試管中,加碳酸鈉 (Na_2CO_3) 晶體,直至攪拌後不復有氣泡發生,注意此時之溶液,已無二氧化硫之窒息性異臭⁽⁷⁾,加稀鹽酸 1-2c.c. (並稍加熱),注意其逸出之氣體,有無窒息性異臭⁽⁸⁾。

亞硫酸鹽中往往有硫酸鹽混雜其間,故檢驗時每易忽略,取亞硫酸鈉少許,溶於 10c.c. 之蒸餾水中後,分盛於二試管,一試管中加稀鹽酸少許⁽⁹⁾,另一試管中加氯化鋇溶液 3-5c.c.,察其有無沉澱析出,復加稀鹽酸 1-2c.c. 而搖和之,細察試管中之沉澱,是否減少或竟完全溶解⁽¹⁰⁾。如沉澱並不完全溶解,亦看不出是否減少,則靜置一旁,俟沉澱下降後,傾上層溶液於濾紙上,使之過濾,於濾液中注入溴水或重鉻酸鉀溶液數滴而搖和之,注意所得之結果,並解釋之⁽¹¹⁾。

B 硫酸與硫酸鹽 取粉末狀或粒狀之鋅、錫、鋁、木炭、硫黃各少許,分置於五試管中,分別注入濃硫酸數滴,必要時可稍加熱,注意各試管中逸出之氣體為硫化氫(檢驗法見實驗 29, A), 抑為二氧化硫⁽¹²⁻¹³⁾。

置蔗糖少許於試管中,注入濃硫酸數滴(當心!),注意所得之結果⁽¹⁴⁾。於 50c.c. 水中注入濃硫酸一二滴,混和後用玻棒蘸取此溶液作一記號於白紙上,再將此紙於火上烘乾之,細察紙上是否留有痕跡⁽¹⁵⁾。

取任何硫酸鹽之溶液二種各5c.c.,分置於二試管中,各加氯化銀溶液2c.c.⁽¹⁶⁾,稍俟片刻,傾去上層之液體,加濃鹽酸數滴⁽¹⁷⁾.

C 含硫化合物之檢定 向教員索取含硫化合物三種,應用上法,檢定其為硫化物(S^{2-}),亞硫酸鹽(SO_3^{2-}),抑為硫酸鹽(SO_4^{2-})⁽¹⁸⁾.

問 題

(1) 方程式:

(2) $KMnO_4$ 之顏色起何變化?

(3) 解釋:

方程式:

(4) 此反應中孰為氧化劑,孰為還原劑? 原子價之變易若何?

(5) 結果與方程式:

(6) 此反應中孰為氧化劑,孰為還原劑? 原子價之變易若何?

(7) 投入 Na_2CO_3 時有何氣體發生?

方程式:

(8) 加鹽酸後何以又發生窒息性之 SO_2 ?

方程式:

(9) 結果:

(10) 加稀鹽酸後,沉澱是否有溶解之現象?

(11) 結果與解釋:

(12) 各試管中滴入濃硫酸 (或稍熱) 後之結果:

發生二氧化硫者:

發生硫化氫者:

(13) 方程式:

(a)

(b)

(c)

(d)

(e)

(14) 結果與解釋:

(15) 結果與解釋:

(16) 結果:

方程式:

(17) 加濃鹽酸後,沉澱 (硫酸鋇) 是否溶解?

(18) 檢驗之方法與結果:

普通化學實驗

(32)

硫代硫酸鈉

(製取性質及其用途)

The Preparation, Properties,
and Uses of Sodium Thiosulfate.

提要： 本實驗利用硫酸之還原作用，先製成亞硫酸鈉，復由亞硫酸鈉製成硫代硫酸鈉（即大蘇打）。硫代硫酸鈉在分析化學上為重要試劑，且為鹵素化銀之優良溶劑，在攝影術上頗佔重要。硫酸亞鐵亦為本實驗中所得之副產物。

應用之試劑：

固體： 鐵屑 碳酸鈉 硫黃

溶液： 酚色林 CuSO_4 AgNO_3 KCl KBr KI

應用之儀器用品： 裝置（實驗18，第11圖，長頸漏斗可不用） 燒杯
濾紙 漏斗 燒瓶（100或125c.c.） 抽氣過濾裝置
試管

姓名.....

學程及組別.....

試桌號數.....

試驗日期.....

實驗〔 〕 硫代硫酸鈉

A 裝置如第11圖(實驗18)所示,燒瓶中之長頸漏斗可刪去不用,置鐵屑(並非鐵粉)20 gm.及濃硫酸40c.c.於燒瓶中,燒杯中置無水碳酸鈉25gm.溶於100c.c.水中之混懸液,右方倒置之漏斗,必須降至液面以下,將燒瓶輕輕搖動,使鐵屑與硫酸混和,復緩緩加熱至沸,直至燒瓶中之混合物幾凝成固體始止⁽¹⁻⁵⁾。

燒杯中加酚色林2-3滴,一方攪拌溶液,一方徐徐投入碳酸鈉,使溶液呈淡紅色(不滿10gm.),然後將所得之溶液⁽⁶⁾傾入一小燒瓶中(100或125c.c.大小),必要時可使之過濾,並加水少許,使燒瓶裝滿⁽⁷⁾,加硫黃粉約3gm.,加塞時時震搖之,一二日後(下次實驗),濾去未溶解之硫黃,蒸發所得之濾液,使之濃縮一半(約50c.c.),然後靜置一旁,任其徐徐冷卻,硫代硫酸鈉之晶體($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$)應即析出(有時需靜置一二日後),蒸發時如有少量之碳酸鈉析出,應即濾去之⁽⁸⁻⁹⁾。

B 燒瓶A中注入水100c.c.而震搖之,濾入另一燒瓶中,如濾液呈黃色,加鐵屑數gm.,煮沸數分鐘後再過濾之⁽¹⁰⁾,此時溶液應呈淡綠色,將此溶液濃縮至30-40c.c.,加塞後任其自行冷卻,析出之晶體(約隔一二日後),可用抽氣過濾裝置(suction filter,實驗15)使之過濾,留待實驗(34,C)之用

C 將所得之 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 濾出後,溶於蒸餾水約30c.c.中,即得 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 溶液,置KI溶液1-2c.c.於試管中,加等體積之 CuSO_4 溶液, KI即與 CuSO_4 起複分解反應而成 CuI_2 (碘化銅), CuI_2 立即分解而成 I_2 (碘)及不溶性之 CuI (碘化亞銅)⁽¹¹⁾,將自己製成之 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 溶液徐徐注入,同時將試管搖動,直至碘之黃褐色完全消失為止⁽¹²⁾,如 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 用量過多,碘化亞銅之沉澱,亦將溶解(複游子)。

取 KCl 、 KBr 、 KI 溶液各1c.c.分置於三試管中,各注入 AgNO_3 1-2滴⁽¹³⁾,復

加過量 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 溶液於各試管而搖和之,細察所得之沉澱是否溶解⁽¹⁴⁻¹⁵⁾。

問 題

- (1) 鐵屑與硫酸反應時,孰為氧化劑,孰為還原劑?

方程式:

- (2) 如鐵 (20gm) 之反應完全,生成之 SO_2 , 在標準狀況時之體積應為若干?

(3) 鐵一克原子生成 SO_2 一克分子, SO_2 一克分子與 Na_2CO_3 一克分子反應而成 Na_2SO_3 . 如所用之鐵 (20gm.) 反應完全,需用 Na_2CO_3 若干 gm.? 可得 Na_2SO_3 若干 gm.?

- (4) SO_2 通入時有無數氣泡由燒杯中逸出,此氣泡為何種氣體?

方程式:

- (5) 如用過量之 SO_2 , 則生成何鹽?

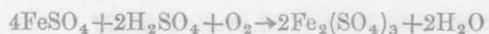
- (6) 亞硫酸鈉之溶液 (Na_2SO_3) 對於石蕊試紙呈鹼性反應,何故?

- (7) 存貯亞硫酸鈉溶液之燒瓶,需屏除空氣 (即使溶液裝滿全瓶), 何故?

- (8) 試作方程式以示硫黃與亞硫酸鈉之反應.

(9) 如鐵 20gm. 完全反應, 生成之 SO_2 亦完全變成 Na_2SO_3 (問題 3), 至此應得硫代硫酸鈉晶體若干 gm.?

(10) 溶液中一部分硫酸亞鐵為空氣中之氧所氧化:



加入鐵屑後, 硫酸鐵仍還原而成硫酸亞鐵, 試作游子方程式以示之。

(11) 方程式:

(12) 結果與解釋:

方程式:

(13)

(a) KCl

(b) KBr

(c) KI

加 AgNO_3 後

所得之結果:

方程式: (a)

(b)

(c)

(14) 結果:

(15) 硫代硫酸鈉在工業化學及分析化學方面, 有何實際上之用途?

普通化學實驗

(33)

氨與銨鹽

Ammonia and Ammonium Salts

提要： 本實驗例解(1)氨之製取及其揮發性，(2)銨鹽之解離，(3)銨鹽或銨游子 (NH_4^+) 之各種化學檢驗方法，(4)氨化複合物 (ammines, 簡稱氨化物)。

應用之試劑：

固體： 硫酸銨 氫氧化鈉 氯化銨 碳酸銨 石蕊試紙

液體： CuSO_4 溶液 HgNO_3 溶液 乙醇

應用之儀器用品： 裝置(實驗18, 第11圖, 長頸漏斗及空瓶可不用)

蒸發皿 試管 漏斗

姓名.....

學程及組別.....

試桌號數.....

試驗日期.....

實驗〔 〕 氨 與 銨 鹽

A 氨之揮發性 裝置如第11圖(實驗18)所示,燒瓶中之長頸漏斗及中間之空瓶,均可刪去不用,燒瓶中置硫酸銨5gm.,水50c.c.,並溶入NaOH固體約8-10gm. 注意NaOH具強烈鹼性,取用時應特別留意,燒杯中盛稀硝酸(6N),其用量之多寡,需計算得之⁽¹⁻⁴⁾. 一切準備後即緩緩加熱,令燒瓶中溶液之三分之一,蒸餾而入於燒杯中,與硝酸化合而成硝酸銨溶液,濾去不溶性之雜質後即置於蒸發皿中緩緩濃縮之,俟液面發生固態薄膜後,即可停止加熱,任其自行冷卻,同時用玻棒攪拌之,將所得之硝酸銨晶體(有時需隔一二日後始析出),交給教員,得其認可⁽⁵⁾.

B 銨鹽之解離 置固體氯化銨少許於試管中,緩緩加熱,試管之中部,塞入石棉少許,令加熱後逸出之氣體,得經石棉擴散而出,懸潤溼之紅藍石蕊試紙各一於管口,以檢視由 NH_4Cl 解離而得之二種產物,何者先達管口⁽⁶⁾.

置碳酸銨少許於試管中,緩緩加熱,注意逸出之氣體有無特臭,假定其產物之一為 CO_2 ,試作一反應式以示 $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ 之解離⁽⁷⁾.

C 銨游子之檢驗 置氯化銨少許於蒸發皿中,覆以倒置之漏斗,漏斗之管端,塞棉花(或廢紙)少許,以阻蒸氣之逸出,用微弱之火焰,緩緩使蒸發皿加熱,注意凝結於漏斗內壁之產物⁽⁸⁻⁹⁾. 刮下漏斗內壁之產物,溶於少量水中,分別作 NH_4^+ 及 Cl^- 之檢驗:

(a) 取溶液3-5c.c.,加等體積之NaOH溶液,加熱後如察有氨之異臭,即為銨游子存在之明證⁽¹⁰⁾. 復以潤溼之紅色石蕊試紙懸入管口(管口或有NaOH溶液,慎勿觸及,免起誤會),或以蘸取 HgNO_3 溶液之紙條懸入管口,石蕊試紙如變為藍色, HgNO_3 試紙如呈現黑色斑點,均為銨游子(NH_4^+)存在之佐證⁽¹¹⁾.

(b) 氯游子之檢驗法已見前(實驗 27,C)⁽¹²⁾.

D 氨化物 置 CuSO_4 溶液 2-3c.c. 於試管中,徐徐滴入 NH_4OH 之稀溶液,注意最初生成之 $\text{Cu}(\text{OH})_2$ 淡藍色沉澱⁽¹³⁾,溶解於過量之 NH_4OH 中而成深藍色溶液⁽¹⁴⁻¹⁵⁾. 加乙醇 5-6c.c., 搖和後使之過濾,所得深藍色之晶體,即係四氨合硫酸銅[cupric-ammonia sulfate, $\text{Cu}(\text{NH}_3)_4\text{SO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$].

問 題

- (1) 與 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 5gm. 反應,需用 NaOH 若干 gm.?
- (2) $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 5gm. 合若干克分子? 可得氨若干克分子?
- (3) 燒杯中之 HNO_3 應為若干克分子? 若干當量? 濃度為 6N 之 HNO_3 , 需用若干 c.c.?
- (4) 試作方程式以示生成硝酸銨之反應.
- (5) 硝酸銨溶液如蒸發至乾,將起何項變化?

(6) 結果與解釋:

(7) 結果:

方程式:

(8) 漏斗內壁之產物如何生成,其經過情形若何?

反應式:

(9) 何謂昇華(sublimation)?

(10) 結果與游子方程式:

(11) 結果:

(12) 檢驗 Cl^- 之方法與結果:

(13) 試作方程式,以示 $\text{Cu}(\text{OH})_2$ 沉澱之生成.

(14) 此深藍色溶液表示其中含有何項游子?

(15) 試作方程式以示 $\text{Cu}(\text{OH})_2$ 之溶解.

普通化學實驗

(34)

硝酸之氧化作用

The Oxidizing Property of Nitric Acid

提要： 硝酸除具強烈之酸性——與鹽酸、硫酸同——外，尚具能(1)使金屬氧化而成氧化物或硝酸鹽，(2)使硫及含硫化合物氧化而成硫酸，(3)使亞鐵鹽氧化而成鐵鹽等氧化性質，故為強烈氧化劑。硝酸(即其硝酸根游離， NO_3^-)則還原而成氮之氧化物。

應用之試劑：

固體： 金屬錫 鎂 銅 硫黃 鐵銨礬

應用之儀器用品： 試管 量筒 研鉢 蒸發皿 燒瓶(125c.c.)

姓名.....

學程及組別.....

試桌號數.....

試驗日期.....

實驗〔 〕 硝酸之氧化作用

A 金屬之氧化(硝酸之還原步驟) 先用濃硝酸(約16N)製成8N及2N溶液各15c.c.,然後依次以此三種濃度不同之硝酸,分別處理粒狀或片狀之金屬Sn,Mg及Cu(必要時可稍加熱).Mg與Cu二者,與硝酸反應後,生成可溶性硝酸鹽;但Sn則生成不溶性的高價氧化物.各試管中反應時如立即發生黃褐色氣體,溶液且因之變為黃色(並非必然),則吾人可視 HNO_3 直接還原為 NO_2 .如溶液並無黃色,逸出之氣體僅略帶黃色,則 HNO_3 之還原產物為 NO ,此 NO 復與空氣中之氧化合而成 NO_2 .如逸出之氣體並無顏色,則該氣體為 N_2O ,或為 H_2 ,可用大試管另作試驗,設法由水面集取該氣體,然後以普通方法檢驗之. N_2O 之檢驗,見次實驗(35, A, c)⁽¹⁻⁴⁾.

擇此三種金屬之活動性最強者,另置若干於試管中,加稀硝酸(2N)25c.c.,俟反應終止後,依照前實驗中所用之方法(33, C, a),檢驗溶液中有無銨游子之存在⁽⁵⁻⁷⁾.

B 硫及含硫化合物之氧化 加硫黃粉少許於濃硝酸中而沸熱之,察其有何變化⁽⁸⁾.稀釋此溶液後復過濾之,檢驗有無硫酸根游子(SO_4^{--})之存在⁽⁹⁻¹⁰⁾.

C 亞鐵鹽之氧化 由實驗(32,B)所得之硫酸亞鐵,秤取15gm.,置於研鉢中研細後,溶於50c.c.之水中.注入稀硝酸10c.c.及濃硫酸5c.c.,置於蒸發皿中濃縮之,使成厚漿糊狀.此時溶液中含有高價硫酸鐵.加熱水50c.c.使蒸發皿中之渣滓完全溶解後,傾入燒瓶中,置於自來水龍頭下冷却之.另溶硫酸銨10gm.於少量之水中,然後併入硫酸鐵之溶液.濃縮併合後之溶液,約至25c.c.,任其自行冷却.如投入硫酸鐵銨[即鐵銨礬, $\text{NH}_4\text{Fe}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$]之晶粒少許,則一二日後(下次實驗),即有硫酸鐵銨在加入晶體之四週析離而出⁽¹¹⁾.將晶體濾出後,交給教員.

問題

(1) 試列舉硝酸之各種可能的還原產物。

(2)

金屬	硝酸之濃度	逸出氣體之顏色	還原產物
(a) 錫	(i) 16 N		
	(ii) 8 N		
	(iii) 2 N		
(b) 鎂	(i) 16 N		
	(ii) 8 N		
	(iii) 2 N		
(c) 銅	(i) 16 N		
	(ii) 8 N		
	(iii) 2 N		

(3) 方程式: (a) (i)

(ii)

(iii)

(b) (i)

(ii)

(iii)

(c) (i)

(ii)

(iii)

(4) 此三種金屬中活動性最強者爲 _____, 次爲 _____, 再次爲 _____.

(5) 方法與結果:

(6) 試作游子方程式以示 NH_4^+ 之生成

(7) 依據實驗(A)之結果, 可以測知硝酸之還原產物與金屬活動性之關係若何? 與硝酸濃度之關係若何?

(8) 有何反應之現象?

(9) 方法與結果:

(10) 試作平衡的方程式, 以示 S 爲 HNO_3 所氧化.

原子價之變易若何?

(11) 試作游子方程式, 以示亞鐵鹽爲硝酸氧化而成高價鐵鹽.

普通化學實驗

(35)

硝酸鹽與亞硝酸鹽

Nitrates and Nitrites

提要： 本實驗例解：

(1) 硝酸鹽之加熱分解——凡屬硝酸鹽，均易溶於水；加熱後均起分解作用，絕少例外。惟硝酸鹽加熱分解後所得之產物，並不完全相同。本實驗例解(a)硝酸鈉(代表鹼金屬之硝酸鹽)，(b)硝酸鉍，(c)硝酸鉛(代表鹼土金屬及重金屬之硝酸鹽)之加熱分解，並辨認其所得之產物。

(2) 亞硝酸與亞硝酸鹽之氧化與還原作用。

(3) 硝酸鹽(即硝酸根游子, NO_3^-)及亞硝酸鹽(即亞硝酸根游子, NO_2^-)之檢驗。

應用之試劑：

固體： 硝酸鈉 亞硝酸鈉 硝酸鉍 硝酸鉛

溶液： 澱粉乳狀液 KI FeSO_4 KCNS KMnO_4

應用之儀器用品： 硬質試管 木片 試管 蒸發皿

裝置(實驗4, 第3圖)

姓名.....

學程及組別.....

試桌號數.....

試驗日期.....

實驗〔 〕 硝酸鹽與亞硝酸鹽

A 硝酸鹽之加熱分解 (a) 置硝酸鈉少許於硬質試管中,加以劇熱,用吹熄而尙留餘燼之木片試驗並證明有無氧氣放出⁽¹⁾。試管冷卻後,將剩餘之渣滓溶於水中,俟本實驗完畢後,依下法(C)補作亞硝酸鹽之檢驗⁽²⁻³⁾。

(b) 置硝酸鉛1-2gm.於試管中加熱,注意逸出氣體之顏色⁽⁴⁾,並用上法檢驗有無氧氣混雜其間⁽⁵⁻⁶⁾。

(c) 裝置如第3圖(實驗4,氧之製取)所示,置硝酸銨約8-10gm.於蒸發皿中,徐徐加熱(勿過220°C.),以除去其中或有之水分,同時以玻棒攪拌之。趁其尙未完全冷卻時,裝入硬質大試管中,緩緩加熱,令其熔化而分解。俟試管中之空氣驅出後,由水面集取分解所得之氣體二瓶,加熱切勿過劇,以防發生危險。管中之硝酸銨亦切勿使之分解淨盡,否則最後一部分即有因過熱而發生爆炸之虞!以一瓶氣體倒置集氣水槽中之瓶架上,注意瓶中之水面是否逐漸上昇,以決定其是否極易溶(very soluble),頗溶(fairly soluble),抑僅微溶(slightly soluble)於水中⁽⁷⁾。以吹熄而尙留餘燼之木片伸入第二瓶中,瓶中之氣體,如能助燃,則可由其能否溶解於水中以區別其為氧抑為氧化亞氮⁽⁸⁻¹¹⁾。

B 亞硝酸與亞硝酸鹽之氧化及還原作用 置澱粉乳狀液5c.c.於試管中,加KI溶液1-2滴,復加稀硫酸與亞硝酸鈉溶液(取晶體少許溶於水中)各數滴,注意所得之結果⁽¹²⁾。

於亞硝酸鈉溶液中,加稀硫酸數滴,注入高錳酸鉀之稀溶液一滴,注意所得之結果⁽¹³⁾。

C 硝酸鹽與亞硝酸鹽之檢驗 溶硝酸鈉之晶體微粒於1c.c.之水中,加FeSO₄濃溶液5c.c.而混和之,然後傾斜試管,徐徐沿管壁注入濃硫酸3c.c.,勿使與FeSO₄溶液混和,注意二液接連處之深褐色環圈(brown ring),將溶液

傾入蒸發皿中,煮沸1-2分鐘,冷卻後注入硫代氰酸鉀溶液(KCNS)1c.c.以檢驗溶液中是否有無高價鐵游子(Fe^{+++})之存在⁽¹⁴⁻¹⁷⁾

重作上述試驗,以亞硝酸鈉代硝酸鈉⁽¹⁸⁾

溶亞硝酸鈉之晶體微粒於1c.c.之稀醋酸中,加 FeSO_4 溶液數滴⁽¹⁹⁾,以硝酸鈉代亞硝酸鈉,重作試驗一次而比較所得之結果⁽²⁰⁻²¹⁾。

問 題

- (1) 結果:
- (2) 檢驗(氧)之方法與結果:
- (3) NaNO_3 分解所得之產物爲何?
方程式:
- (4) $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ 加熱後逸出何項氣體? 具何顏色?
- (5) 逸出之氣體中,有無氧氣混雜其間?
- (6) $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ 加熱分解之方程式:
- (7) 由 NH_4NO_3 加熱分解所得之氣體,極易溶,頗溶,抑僅微溶於水中?
- (8) 能助燃否?
- (9) 硝酸銨分解所得之產物爲何?
方程式:
- (10) NH_4NO_3 分解時,反應似甚劇烈,但氣體之集取甚緩,何故?

(11) 由 NH_4NO_3 分解所得之氣體,有何實際上之應用?

(12) 結果與解釋:

(13) 結果與解釋:

(14) 結果(加 KCN):

游子方程式:

(15) 此鐵游子 (Fe^{+++}) 如何生成?

(16) 游子方程式:

(17) 此深褐色環圈如何生成?

游子方程式:

(18) 結果與游子方程式:

(19) 結果與游子方程式:

(20) 結果:

(21) 硝酸鹽(即 NO_3^-)與亞硝酸鹽(即 NO_2^-),應如何辨別之?

普通化學實驗

(36)

磷酸鹽與砷酸鹽

Phosphates and Arsenates

提要： 本實驗例解(1)三種磷酸(或磷酸鹽)——正磷酸、偏磷酸及焦磷酸——及正磷酸之三種鹽類(一種正鹽,二種酸鹽)之檢別反應;(2)磷酸鹽(即 PO_4^{3-})之檢驗;(3)砷酸鹽(AsO_4^{3-})之檢驗;(4)檢驗金屬氧化物或鹽類所用之磷酸鹽珠(phosphate bead)。

應用之試劑：

固體：	磷酸氫二鈉	小天地鹽(磷酸氫鉍鈉)	骨灰	
	三氧化二砷	氧化銅	石蕊試紙	
溶液：	Na_2HPO_4	$AgNO_3$	$CoCl_2$	$H_2C_2O_4(6N)$
	蛋白質溶液	鉬酸鉍	苦土混合劑	

應用之儀器用品： 試管 坩堝 量筒 濾紙 漏斗 蒸發皿
鉑絲或鎳鉻合金絲(固封於玻管之一端)

姓名.....

學程及組別.....

試桌號數.....

試驗日期.....

實驗 [] 磷酸鹽與砷酸鹽

A 取磷酸氫二鈉 (disodium phosphate, Na_2HPO_4) 溶液 5c.c., 分盛於二試管中, 第一試管中加硝酸銀溶液數滴⁽¹⁾, 第二試管中加乙酸 (即醋酸) 1c.c., 使呈酸性後, 滴入盛有蛋白素溶液 (egg white or albumen solution) 之另一試管中⁽²⁾.

置磷酸氫二鈉晶體約 2gm. 於坩堝中, 加以劇熱, 約一刻鐘, 冷卻後將所得之渣滓溶於冷水中, 然後依照上法, 分別以硝酸銀及 (酸化後) 蛋白素溶液檢驗之⁽³⁻⁴⁾.

置磷酸氫銨鈉 ($\text{NaNH}_4\text{HPO}_4$, 即小天地鹽, microcosmic salt) 約 2gm. 於坩堝中, 加以劇熱, 注意逸出氣體之異臭, 並試以潤溼之石蕊試紙⁽⁵⁾. 冷卻後同樣使之溶於冷水中, 分別以硝酸銀及 (酸化後) 蛋白素溶液檢驗之⁽⁶⁻⁸⁾.

B 取骨灰 (bone ash) 約 6gm., 加硫酸 5c.c. (濃硫酸 3c.c. 加水 2c.c.) 而拌和之, 約 1-2 分鐘後, 加水 20c.c., 任令溶液中之不溶物下沉而過濾之, 取濾液 3c.c., 加硝酸 (6N) 2c.c., 鉬酸銨溶液 (ammonium molybdate, 10% solution) 4-5c.c., 混和後加熱約至 65°C .⁽⁹⁾ 如有黃色沉澱析出, 即為磷酸鹽存在之佐證:



加苦土混合劑 (magnesia mixture, 由 MgSO_4 , NH_4OH 及 NH_4Cl 溶液混合而成) 少許於另一部分濾液中⁽¹⁰⁾. 如有磷酸鎂銨之白色沉澱析出, 亦可視為磷酸鹽存在之又一佐證.

C 取三氧化二砷 (As_2O_3) 少許, 置於蒸發皿中, 加濃硝酸 2-3c.c. 而沸熱之 (換氣櫥). 迨幾近蒸乾後, 加水少許, 使所得之渣滓溶解而成砷酸 (arsenic acid). 取一部分砷酸溶液加鉬酸銨溶液 (稍過量), 加熱約至 65°C .⁽¹¹⁾ 砷酸鹽與磷酸鹽如同時存在, 則用鉬酸銨不易加以辨別, 故實際上分析時, 恆先用 H_2S 使砷沉澱而濾去之 (實驗 29, B).

加苦土混合劑於另一部分之砷酸溶液中,稍俟片刻,察其有無沉澱析出⁽¹²⁾。過濾後以 AgNO_3 溶液 1c.c. (加醋酸數滴) 傾於濾紙上,細察沉澱是否變色⁽¹³⁾。

D 取鉑絲或鎳鉻合金絲 (固封於玻管之一端,可向用品室借取) 使一端彎成小圈而置於火焰中,趁赤熱時蘸取小天地鹽之晶粒,復置於火焰上,使熔成透明之磷酸鹽珠 (bead)⁽¹⁴⁾。將此磷酸鹽珠稍熱,蘸取氧化銅之微粒,置於氧化焰中燒之,細察此磷酸鹽珠冷卻後之顏色⁽¹⁵⁾。同樣用磷酸鹽珠 (燒去用過之磷酸鹽珠,依上法再燒成透明之磷酸鹽珠) 蘸取 CoCl_2 之溶液或晶體,置於氧化焰中燒之,冷卻後察其呈何顏色⁽¹⁶⁾。參閱實驗 (62,A)。

問 題

(1) 結果與方程式:

(2) 蛋白素溶液中滴入酸化後之 Na_2HPO_4 溶液,起變化否?

(3) Na_2HPO_4 劇熱後起何變化?

方程式:

(4) 結果(附方程式)

加 AgNO_3 溶液:

酸化後注入

蛋白素溶液:

(5) 結果:

(6) $\text{NaNH}_4\text{HPO}_4$ 劇熱後起何變化?

方程式:

(7)

結果(附方程式)

加 AgNO_3 溶液:

酸化後注入

蛋白素溶液:

(8) 試述鑑別三種磷酸鹽(正、偏、焦)之方法。

(9) 結果:

(10) 結果與方程式[苦土混合劑中之主要成分為 MgSO_4 與 NH_4OH 、 NH_4Cl , 乃用以防止 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 之析出, 方程式中可不列入]:

(11) 結果與方程式:

(12) 結果與方程式:

(13) 沉澱變成何色?

方程式:

(14) 此磷酸鹽珠之成分為何?

(15) 結果(CuO):

(16) 結果(CoCl_2):

普通化學實驗

(37)

膠體化學(上)

A Study of Colloids - Part I

提要: 本實驗(37與38)例解膠體之數種重要性質與現象,如(1)透析(dialysis), (2)Tyndall氏效應, (3)混懸膠體(suspensoid sol)之製備法, (4)“膠化作用”(peptization), (5)保護膠體(protective colloid), (6)膠體之吸附作用, (7)膠凝體(gels)及膠凝體內之反應。

應用之試劑:

固體: 澱粉 食鹽

溶液: H_2SO_3 (飽和) H_2S (飽和) $NaCl$ (10%) As_2O_3 (1%)
 $BaCl_2$ (M/10) $NaCl$ (M/10) $AlCl_3$ (M/10) Na_2SO_4 (M/10)
 $K_4Fe(CN)_6$ (M/10) K_2CO_3 (見註二) $AuCl_3$ (0.1%) 鞣質 (0.1%)
 $FeCl_3$ (30%)

應用之儀器用品: 試管 漏斗 研鉢 羊皮紙 試管(無底)
燒杯 電筒 量筒 濾紙 Kipp發生器(H_2S)

姓名.....

學程及組別.....

試桌號數.....

試驗日期.....

實驗〔 〕 膠體化學(上)

A 透析——晶質與膠體之分離 置澱粉約 1gm. 於研鉢中,加水少許,使研成薄漿糊狀,然後注入 100c.c. 之沸水中,取羊皮紙一張(約 6-8 吋見方),置於水中浸軟後,縛於破試管(截去管底之試管)之一端,使成一透析用之袋,將製成之澱粉溶液,加 NaCl 之 10% 溶液 10c.c. 後,由試管口注入透析袋中,然後將此袋懸於一大燒杯之蒸餾水中,約數小時後(下次實驗),可檢驗此蒸餾水中有無澱粉及氯游子之存在⁽¹⁻²⁾。

B 混懸膠體 (a) 硫化亞砷——取氧化亞砷溶液 5c.c., 加 $\text{HCl} \frac{1}{2}$ c.c., 再加 H_2S 溶液(須製備未久者) 5c.c.⁽³⁾ 另取氧化亞砷溶液 5c.c., 直接加 H_2S 溶液 5c.c., 比較所得之結果並解釋之⁽⁴⁻⁵⁾。取氧化亞砷及 H_2S 溶液各 20c.c., 混和於量筒中, 使成硫化亞砷之膠體溶液, 然後置於陰暗處, 用電筒放出之光照射之(電筒上縛以黑紙, 紙上戳一狹縫)⁽⁶⁾。此即所謂 Tyndall 效應是也, 將量筒中之溶液, 分盛於六試管中, 各約 5c.c. 其一加塞, 留作比較用之標準。其餘各試管中, 分別加 NaCl、 BaCl_2 、 AlCl_3 、 Na_2SO_4 及 $\text{K}_4\text{Fe}(\text{CN})_6$ 之 M/10 溶液各 1c.c. 稍俟片刻, 細察所得之結果並比較之⁽⁷⁾。

(b) 氫氧化鐵——取氯化鐵溶液(約 30%) 少許, 徐徐注入正在沸騰之蒸餾水中, 使成深紅色之膠體溶液⁽⁸⁾。將此膠體溶液(註一) 亦如上法分盛於六試管, 其一加塞, 留作比較用之標準, 其餘各試管中分別加 NaCl、 BaCl_2 、 AlCl_3 、 Na_2SO_4 及 $\text{K}_4\text{Fe}(\text{CN})_6$ 之 M/10 溶液各 1c.c. 稍俟片刻, 細察所得之結果並比較之⁽⁹⁾。

取硫化亞砷及氫氧化鐵之膠體溶液各 5c.c. 而混和之⁽¹⁰⁾。

(c) 硫——於二氧化硫之飽和溶液中通入 H_2S 氣體⁽¹¹⁾。加固體食鹽

(註一) 如此製成之氫氧化鐵, 不能久藏, 應用透析法除去其中未盡水解之氯化鐵, 始能得更滿意之膠體溶液。

許而震搖之⁽¹²⁾。濾出所得之沉澱，復用洗瓶中之蒸餾水洗滌之。注意食鹽洗去後（另以試管置於漏斗下承受洗液），濾紙上之硫能否透過濾紙而回復原來之膠體狀態⁽¹³⁻¹⁴⁾。

*(d) 金——於100c.c.之蒸餾水中，加0.1%之氯化金溶液〔預以碳酸鉀中和之（註二）〕數滴，再加0.1%之鞣質（即單寧酸，tannin）溶液數滴，將此無色混合液加熱一二分鐘，並時時震搖之。在100° C. 以下，可得一櫻桃色之溶液，如再加適量之氯化金或鞣質溶液，可得各種不同之顏色。金之膠體溶液中，可注入三氯甲烷保護之（每12c.c.中加6滴）。

（註二） 如用克分子濃度相等之 K_2CO_3 溶液使之中和，則所用之氯化金與碳酸鉀溶液，滴數相等。

問 題

(1) 檢驗之方法與結果：

(2) 解釋：

(3) 結果與方程式：

(4) 結果與方程式：

(5) 解釋：

(6) Tyndall 試驗之結果:

(7) 此五種游離化合物,何者對於 As_2S_3 之膠體散佈為最有效之沉澱劑或凝聚劑 (coagulating agent)?

(8) 此深紅色之膠體溶液如何生成?

方程式:

(9) 何者對於 $Fe(OH)_3$ 之膠體散佈為最有效之凝聚劑?

(10) 結果與解釋:

(11) 通入 H_2S 後,有沉澱析出否? 溶液是否清澈透明?

方程式:

(12) 結果:

(13) 食鹽洗去後,硫能否透過濾紙而復成膠體溶液?

(14) 試解釋各步之變化.

普通化學實驗

(38)

膠體化學(下)

A Study of Colloids - Part II

提要： 見前實驗(37).

應用之試劑：

溶液： $\text{Cd}(\text{NO}_3)_2$ $(\text{NH}_4)_2\text{S}$ $\text{FeCl}_3(3\%)$ $\text{K}_4\text{Fe}(\text{CN})_6(3\%)$

$\text{KI}(2\text{N})$ 乙二酸(5%) $\text{AgNO}_3(\text{N}/10)$ $\text{KCl}(\text{N}/10)$

$\text{CdSO}_4(\text{N}/2)$ $\text{CuSO}_4(\text{N}, \text{N}/2)$ 明膠(1%) $\text{HAc}(\text{N})$

水玻璃(1.06) $\text{PbAc}_2(\text{N})$ $\text{K}_2\text{CrO}_4(\text{N})$

應用之儀器用品： Kipp發生器(H_2S) 試管 濾紙 漏斗
燒杯

姓名.....

學程及組別.....

試桌號數.....

試驗日期.....

實驗〔 〕 膠體化學(下)

A “膠化作用” 取硝酸鎘與硫化銨溶液各 3c.c. 而混和之⁽¹⁾，使之過濾，並慎重洗滌所得之沉澱，取一部分沉澱，拌入 200c.c. 之蒸餾水中，通入 H_2S 氣體，使成膠體溶液，然後加熱除去過量之 H_2S ，將此“膠化”後之溶液過濾，細察所得之濾液，是否清澈透明⁽²⁾。注意在定性分析化學上，應避免用過多之硫化氫，因鎘與鎳之硫化物均能吸附硫游子而“膠化”故也。

取氯化鐵之 3% 溶液，徐徐注入等體積之亞鐵氰化鉀溶液(3%)⁽³⁾，稍候片刻，使之過濾，並慎重洗滌所得之沉澱，取乙二酸(即草酸， $H_2C_2O_4$)之 5% 溶液，注於濾紙上，直至濾紙上之沉澱，已“膠化”而成普魯士藍之膠體溶液⁽⁴⁻⁵⁾。

B 保護膠體 取硝酸銀之 N/10 溶液及氯化鉀之 N/10 溶液各 10c.c. 而混和之，加以強烈之震搖，同時注意沉澱凝聚下沉之緩速，再作試驗一次，於未混合前，硝酸銀溶液中先加明膠(即純動物膠，gelatin)之 1% 溶液 1c.c.，注意二試管所得沉澱之多寡及其凝聚下沉之比較緩速⁽⁶⁾。

C 吸附作用 取硫酸鎘之 N/2 溶液 10c.c. 與硫酸銅之 N 溶液 5c.c.，混和後加 NH_4OH 使呈強鹼性，復用蒸餾水使之稀釋至 100c.c.，如有沉澱析出，可再加 NH_4OH 溶解之，置此溶液 2-3 滴於乾燥濾紙之中心，約一分鐘後，將此濾紙覆於盛有硫化銨溶液之燒杯上，硫化銨溶液中放出之硫化氫，徐徐與濾紙上之 Cd^{++} 及 Cu^{++} 作用，隔一二分鐘後，細察濾紙上所成之圈環而解釋之⁽⁷⁾。濾紙中之纖維，亦係一種膠體，其表面上能吸附各種游子，但吸附之難易不一，最易吸附者，最難向外擴散。

D 膠凝體內之反應——參閱實驗(6,B)。

取水玻璃(water glass, 即矽酸鈉)溶液(1.06)與醋酸之當量溶液各 5c.c. 及醋酸鉛之當量溶液 2c.c.，混和於試管中，靜置一旁，令其凍凝(參閱實驗(6,B))，俟完全結成膠凝體後，注碘化鉀之 2N 溶液 2c.c. 於其上，塞好管口，靜置數日，

觀察所得之結果⁽⁸⁾。

取水玻璃溶液(1.06)與醋酸之當量溶液各5c.c.,再加鉻酸鉀之當量溶液1c.c.,混和於試管中靜置一旁,令其凍凝。俟完全結成膠凝體後,注硫酸銅之N/2溶液1-2c.c.於其上,塞好管口,靜置數日,觀察所得之結果⁽⁹⁾。

問 題

(1) 結果與方程式:

(2) “膠化”後之濾液,是否清澈透明? 何故?

(3) 結果與方程式:

(4) 何時始得稱為已“膠化”?

(5) 何謂“膠化作用”? 何謂“膠化劑”?

(6) 結果與解釋:

(7) 濾紙上之圈環作何色?

解釋:

(8) 結果與解釋:

方程式:

(9) 結果與解釋:

方程式:

普通化學實驗

(39)

反應速度

A Study of Velocity of Reactions

提要：無機化合物間之複分解反應，恆發生於俄頃之間，但涉及氧化與還原之反應，及固體表面上發生之反應，則通常進行較緩，本實驗例解(1)濃度對於反應速度之關係——即質量作用原理(principle of mass action)——，(2)溫度對於反應速度之關係，(3)觸媒之應用對於反應速度之關係——見次實驗(40)。

應用之試劑：

固體：鐵釘(約一吋長)

溶液： FeCl_3 NH_4CNS SnCl_2 KMnO_4

應用之儀器用品：燒杯 量筒 試管 吸量管(Mohr氏)
溫度計

姓名.....

學程及組別.....

試桌號數.....

試驗日期.....

實驗〔 〕反應速度

A 濃度與反應速度之關係 (a) 取 FeCl_3 溶液 2c.c., NH_4CNS 溶液 6c.c., 濃鹽酸 10c.c., 混和後用蒸餾水稀釋至 200c.c., 預備大小彷彿之試管 5 個, 第一試管中注入上述之混合試液 (mixed testing solution) 5c.c., 復用蒸餾水稀釋至 15c.c., 作為比色之標準, 其餘各試管中, 均注入混合試液 15c.c., 依次排列於試管架上, 試管之後面, 襯白紙一張, 以供比色之用。

用淨潔之吸量管, 量取 SnCl_2 之稀溶液 $\frac{1}{2}$ c.c., 注入第二試管中, 迅即以大拇指攔住管口而搖和之, 同時注意 SnCl_2 溶液注入時之時刻, 遂即將此試管與第一試管並列於白紙之前, 第二試管中溶液之顏色將逐漸褪去, 注意需經若干時間, 始與第一試管中之標準溶液, 濃淡相同, 用第三試管再作試驗一次, 將所得之結果, 填註於右頁之表中⁽¹⁾。用 SnCl_2 溶液同樣作試驗兩次⁽¹⁾。

(b) 取多餘之混合試液 75c.c., 用蒸餾水稀釋至 150c.c., 另取大小彷彿之試管 5 個, 第一試管中注入此稀釋後之混合試液 5c.c., 復以蒸餾水稀釋至 15c.c. 作為比色之標準, 其餘試管中, 各注入 15c.c., 依上法用 SnCl_2 溶液 $\frac{1}{2}$ c.c. 作試驗兩次; 用 SnCl_2 溶液 1c.c., 亦作試驗兩次, 將所得之結果 (時間), 均一一填註於表中⁽¹⁾。

B 溫度與反應速度之關係 (a) 用稀釋後之混合試液, 重作上項試驗 (A, b), 惟先將試管置於熱水中, 令其溫度上昇 10°C ., 然後注入 SnCl_2 溶液, 將所得之結果, 填註於表中⁽¹⁾。

解答問題⁽²⁻⁵⁾。

* (b) 取大小式樣相同之光亮鐵釘六枚, 以供試驗之用, 取大小彷彿之試管六個, 各盛酸化後之 KMnO_4 稀溶液 15c.c., 將各試管置於沸熱水中 (停止加熱), 約五分鐘後, 插入溫度計, 記取第一試管中有色溶液之溫度 (讀至 0.5 度), 將鐵釘一枚, 投入第一試管中, 注意其顏色需經若干時間, 始完全褪去 (變

爲無色),同時再記取溫度,將二次記取之溫度平均,作爲反應時之溫度⁽⁶⁾。

俟溫度下降約 10°C .後,投鐵釘於第二試管,作同樣試驗,溫度再降 10°C .後,投鐵釘於第三試管,作同樣試驗,依此類推,共作試驗六次,將所得之結果,填註表中,並繪成曲線⁽⁶⁻⁷⁾。

C 觸媒對於反應速度之關係 參閱次實驗(40)。

問 題

(FeCl ₃ , NH ₄ CNS, HCl) 混合試液中		時 間 (秒)		
		第 一 次	第 二 次	平 均
加 SnCl ₂	$\frac{1}{2}$ c.c.			
	1 c.c.			
稀釋一倍 後加 SnCl ₂	$\frac{1}{2}$ c.c.			
	1 c.c.			
溫度上昇 10°C . 後加 SnCl ₂	$\frac{1}{2}$ c.c.			
	1 c.c.			

(2) SnCl₂ 與 FeCl₃ 反應之方程式:

(3) 由實驗所得之結果,足證此前向反應之速度,與 FeCl₃ 及 SnCl₂ 之濃度具若何之關係?

(4) 試以數學方程式 (mathematical equation) 標記上述之關係?

(5) 溫度對於反應速度之關係若何?

* (6)

試管	溫度			時間 (分)
	鐵釘投入時	完全褪色時	平均	
1				
2				
3				
4				
5				
6				

* (7) 將平均溫度(縱坐標)與褪色所需之時間(橫坐標)繪成曲線後貼於此處.



普通化學實驗

(40)

觸媒作用

Catalysis

提要： 在某反應中，何種物質為有效的觸媒 (catalyst)，吾人固不能預知。但已知之許多觸媒反應，約可分成下列各類：(1)微細屑粒的固體，在其表面上發生之觸媒作用，(2)因力偶而起之觸媒作用，(3)水之觸媒作用，(4)酸與鹼之觸媒作用，(5)自生觸媒作用，(6)酶之觸媒作用，(7)因生成中間產物而起之觸媒作用。

應用之試劑：

固體： 骨炭 錫粒 銅片 澱粉

液體： 乙酸甲酯 (methyl acetate)

溶液： H_2O_2 (3%) * H_2O_2 (20%) * K_2CrO_4 (N/100) I_2 酚色林
 CuSO_4 NH_4OH (N) NaOH (N)

應用之儀器用品： 試管 燒杯 研鉢

姓名.....

學程及組別.....

試桌號數.....

試驗日期.....

實驗〔 〕 觸媒作用

A 表面觸媒作用 (surface catalysis) 投骨炭 (bone black) 少許於盛有過氧化氫溶液 (3%) 之試管中, 注意該試管中逸出之氣體, 並證示其為氧氣⁽¹⁻⁴⁾.

B 因生成力偶 (couple) 而起之觸媒作用 置稀鹽酸 10c.c. 於試管中, 投入金屬錫一粒, 注意反應之緩速⁽⁵⁾. 加 CuSO_4 溶液數滴, 注意反應速度之變化⁽⁶⁾. 細察金屬錫之表面上, 應有銅澱積而出⁽⁷⁾. 錫與銅互相接觸而成力偶, 錫為陽極, 銅為陰極 (對內部而言, 錫氧化為亞錫游子, 銅游子還原而成金屬銅). 錫氧化時放出之電子, 均流向銅極, 故氫游子均由銅極上獲取電子而成氫原子, 氫原子復偶合而成氫分子. 酸中被錫化代而出之氫, 至是均由銅之表面上逸出矣.

C 水之觸媒作用 回憶氯與金屬直接化合時, 不宜用絕對乾燥之氯氣, 少量之水分, 即係觸媒, 促進氯與金屬之化合.

D 酸與鹼 (鹽基) 之觸媒作用 (a) 酸之觸媒作用, 見實驗 (42, 47).

(b) 置蒸餾水 50c.c. 於燒杯中, 加 $\text{NH}_4\text{OH}(\text{N}) \frac{1}{2}$ c.c. 及酚色林一滴, 再加乙酸甲酯 2c.c. 而搖和之. 注意酚色林褪色所需之時間⁽⁸⁾. 重作上項試驗, 用 $\text{NaOH}(\text{N})$ 以代 NH_4OH , 比較所得之結果⁽⁸⁻⁹⁾. 乙酸甲酯因 OH^- (觸媒) 之存在而進行鹼化 (saponification), 析出之乙酸 (即醋酸) 與 OH^- 中和而使指示劑褪色.

E 自生觸媒作用 (auto-catalysis) 投銅片於少量之純濃硝酸中, 注意初時反應甚緩, 稱為潛伏時期, 繼因產物 NO 與 NO_2 之生成⁽¹⁰⁾, 反應速度即因之激增.

F 酶 (enzyme) 之觸媒作用 取澱粉少許, 約如米粒大小, 置於研鉢中, 加冷水數滴, 研磨後注入約 20c.c. 之沸水中, 加碘溶液一滴⁽¹¹⁾. 冷卻後加口涎 (即唾液) 約 15c.c., 隔半小時後, 察其顏色有無變化⁽¹²⁾.

G 因生成中間產物而起之觸媒作用 置 H_2O_2 之 3% 溶液 10c.c. 於試管中,加酸化(註一)後之 $N/10 K_2CrO_4$ 溶液 5c.c.,二者緩緩反應而成中間產物⁽¹³⁾,繼即發生劇速之反應,中間產物之顏色,漸漸生變化,同時有氧氣放出⁽¹⁴⁾。最後反應停止,或能回復原有之顏色。此反應可藉以檢驗過氧化氫或鉻酸鹽。

(註一) $N/10 K_2CrO_4$ 溶液(5c.c.)中預先注入 H_2SO_4 之稀溶液($\frac{1}{2}N$) 一二滴,切勿過多,如有 20% 之 H_2O_2 溶液,則結果更佳,惟 K_2CrO_4 溶液需稍加稀釋耳。

問 題

- (1) 由 H_2O_2 溶液(3%) 30c.c. 中逸出之氧氣,在標準狀況時之體積為若干c.c.?
- (2) 骨炭起何變化否?
- (3) 何謂表面觸媒作用?
- (4) 骨炭之碎分程度與觸媒之效應,具若何之關係?
- (5) 錫與稀鹽酸反應之游子方程式:

(6) 加 CuSO_4 後,反應之緩速,較前若何?

(7) 試作一程方式,以示銅之澱積而出。

(8) 使指示劑褪色所需之時間:

(a) 應用 NH_4OH 為觸媒.....

(b) 應用 NaOH 為觸媒.....

(9) 結果何以不同?

(10) 方程式:

(11) 結果:

(12) 有變化否?

解釋:

(13) 中間產物呈何顏色?

(14) 顏色之變化若何?

普通化學實驗

(41)

游子平衡及同游子效應

Ionic Equilibrium and Common Ion Effect

提要： 弱酸與弱鹽基在溶液中，常與其生成之游子間，成一化學平衡狀態。在此溶液中之質子活動性或氫游子濃度，恆取決於此游子平衡的平衡常數（即游離常數，ionization constant）。故此溶液中如加入具與該酸或該鹽基相同之陽向游子或陰向游子之鹽類，得改變其質子活動性，是謂同游子效應。鹽類在其他飽和溶液中，常因同游子之加入，減低其溶解度而析出者，亦稱為同游子效應。

應用之試劑：

固體： 醋酸鈉 氯化銨 溴化鉀 硝酸鎘

溶液： $\text{HC}_2\text{H}_3\text{O}_2$ (1M) NH_4OH (N/10) 酚色林 溴化銅(飽和)

甲基橙

應用之儀器用品： 淺玻璃皿 燒杯 玻璃棒 試管

姓名.....

學程及組別.....

試桌號數.....

試驗日期.....

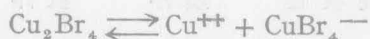
實驗〔 〕 游子平衡及同游子效應

A 先解答問題(1—6).欲證示解答之正誤,可秤取適量(計算之結果)之醋酸鈉晶體,溶入 50c.c.之醋酸溶液(1M)中,以玻棒攪拌之,俟完全溶解後,注入甲基橙一滴,察其顏色是否與預期者符合⁽⁷⁾.將所得之結果,呈諸教員,得其認可.

B 先解答問題 8—11).欲證示解答之正誤,可秤取適量(計算之結果)之氯化銨,溶入 50c.c.之“氫氧化銨”溶液(N/10)中,俟完全溶解後,注入酚色林一滴,察其顏色是否與預期者符合⁽¹²⁾.將所得之結果,呈諸教員,得其認可.

C 銅鹽溶液中之銅游子,概為溶劑化之游子,即 $\text{Cu}(\text{H}_2\text{O})_4^{++}$. 不水化之銅游子,當屬無色,但在水溶液中似並不存在(注意教科書或其他文獻中,仍有以 Cu^{++} 代表事實上存在之水化銅游子者). 試注視 CuSO_4 及 KBr 溶液之顏色⁽¹³⁻¹⁴⁾.

取溴化銅之飽和溶液 $\frac{1}{2}$ c.c., 置於乾潔之試管中,注意飽和溶液中之溴化銅,概為 Cu_2Br_4 . 此 Cu_2Br_4 復游離而成不水化之銅游子 Cu^{++} , 及四溴合銅復游子(CuBr_4^-):



由溴化銅飽和溶液之顏色,即可推測此複游子之顏色⁽¹⁵⁾. 此複游子復有與水反應之傾向:



但在飽和溶液中,此平衡殊難存在,故在飽和溶液中,絕少 $\text{Cu}(\text{H}_2\text{O})_4^{++}$. 徐徐滴入水 $\frac{1}{2}$ c.c.於此試管中,注視其顏色之變化⁽¹⁶⁾. 再加固體溴化鉀而搖和之⁽¹⁷⁾.

另取溴化銅飽和溶液 $\frac{1}{2}$ c.c.投入粉末狀之硝酸鎘少許,拌和使之溶解. 注視其顏色之變化而解釋之⁽¹⁸⁻¹⁹⁾. 注意 $\text{Cd}(\text{NO}_3)_2$ 溶解後, Cd^{++} 遂即與溴化銅飽和溶液之少量 Br^- 化合而成活動性弱小之溴化鎘(或生成複游子).

問 題

- (1) $\text{HC}_2\text{H}_3\text{O}_2$ (1M) 溶液中游子之平均活動性係數 (α) 為 0.00425 試求算此溶液中鉍游子之有效濃度 $[\text{H}_3\text{O}^+]$ (即質子活動性,亦即氫游子濃度 $[\text{H}^+]$) 及醋酸根游子之有效濃度 $[\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2^-]$.
- (2) 試證示此醋酸溶液之游子積數 (ionic product) 與其游離常數 (ionization constant) 相等.
- (3) 此溶液中之 pH 值為若干? 如滴入甲基橙,應具何色?
- (4) 欲製成醋酸鈉之 M/5 溶液 50c.c., 需用 $\text{NaC}_2\text{H}_3\text{O}_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ 若干 gm.?
- (5) 如以此醋酸鈉晶體溶入 50c.c. 之醋酸溶液 (1M) 中,試求此時溶液中 $[\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2^-]$ 為若干? 假定 $\text{NaC}_2\text{H}_3\text{O}_2$ 在 M/5 溶液中 α 為 0.86.
- (6) 此時 $[\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2^-]$ 因溶入 $\text{NaC}_2\text{H}_3\text{O}_2$ 而激增後,溶液中 $[\text{H}^+]$ 必以同比率遞減,始克維持其游離常數,試求此時之 $[\text{H}^+]$ 及 pH 值. 如滴入甲基橙,應具何色?
- (7) 結果是否符合?
- (8) “氫氧化鋁”在 N/10 溶液中 α 為 1.8×10^{-5} , 試求其游子積數.

- (9) 如欲使 $[\text{OH}^-]$ 縮減至酚色林之終點 1.1×10^{-6} , $[\text{NH}_4^+]$ 應增至若何濃度?
- (10) 如欲達到此項目的, “氫氧化銨”溶液中可溶入氯化銨, 試求加入之氯化銨, 其當量濃度為若干N? 假定 NH_4Cl 在該濃度時之平均活動性係數為0.70.
- (11) “氫氧化銨”溶液50c.c.中需加入 NH_4Cl 若干gm.?
- (12) 結果是否符合?
- (13) $\text{Cu}(\text{H}_2\text{O})_4^{++}$ 之顏色若何? 何以知之?
- (14) Br^- 之顏色若何? 何以知之?
- (15) CuBr_4^{--} 複游子呈何顏色?
- (16) 加水後變為何色?
解釋:
- (17) 加 KBr 後溶液之顏色是否復原?
解釋:
- (18) 溴化銅飽和溶液中加粉末狀之硝酸銻後, 變為何色? 可見何項游子已因硝酸銻之加入而增多?
- (19) 解釋:

普通化學實驗

(42)

平衡常數之測定

Determination of Equilibrium Constant

提要： 乙酸甲酯 ($\text{CH}_3\text{COOCH}_3$, 簡作 MeAc) 加鹽酸(觸媒, H^+)後即進行水解,其方程式爲: $\text{MeAc} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HAc (醋酸)} + \text{MeOH (甲醇)}$

前向反應之速度 = $K_1 \times [\text{MeAc}] \times [\text{H}_2\text{O}]$, K_1 = 前向反應速度係數;

逆向反應之速度 = $K_2 \times [\text{HAc}] \times [\text{MeOH}]$, K_2 = 逆向反應速度係數.

迨前向反應與逆向反應之速度相等時,此反應即趨達平衡:

$$\frac{[\text{HAc}] \times [\text{MeOH}]}{[\text{MeAc}] \times [\text{H}_2\text{O}]} = \frac{K_1}{K_2} = K \text{ (平衡常數).}$$

本實驗混和(1)定量之 MeAc 與 H_2O , (2) 定量之 HAc 與 MeOH. 從兩方進行,俟反應趨達平衡,分別測求各反應物與生成物之濃度,代入上式,即得平衡常數 (K). 反應進行之方向雖異,達平衡狀態時,即無分軒輊,求得之 K 必等.

應用之試劑: 乙酸甲酯 冰醋酸 甲醇 HCl(N) NaOH(N) 酚色林

應用之儀器用品: 錐形燒瓶二(125c.c.) 吸量管(10c.c., 5c.c., 2c.c.)

軟木塞 滴定管(連管夾) 熱水鍋 溫度計

姓名.....

學程及組別.....

試桌號數.....

試驗日期.....

實驗〔 〕 平衡常數之測定

預備乾潔之錐形燒瓶(125c.c.)兩只,各配裝緊密之軟木塞,並於瓶上註明A與B,以資識別.用吸量管量取:

乙酸甲酯 10c.c., 蒸餾水 2c.c., 置於燒瓶A中;

冰醋酸 10c.c., 甲醇 5c.c., 置於燒瓶B中.

二燒瓶中再各注入稀鹽酸(1N)1c.c.(註一),作為觸媒之用.加塞(稍鬆)後將二燒瓶夾置於熱水鍋中,令瓶之底部,完全浸沒水中.此熱水鍋之溫度,務必保持在 50°C .或稍低,切勿超過 50°C .以上.最初瓶塞稍鬆,俟瓶中液體之溫度,似已近達 50°C .,瓶內之壓力不復增加後,即緊塞瓶口,以防漏氣⁽¹⁻²⁾.如是維持其 50°C .或稍低之溫度,約三小時後,即將燒瓶置於試桌下,或其他稍溫暖之處.俟下次實驗時,依次用NaOH之1N溶液滴定之(先注入NaOH 1c.c.,以中和最初所用之HCl).滴定時務宜敏捷,用酚色林為指示劑.淡紅色之溶液,經攪拌後能維持10秒鐘之久,即可視為滴定之終點.將滴定之結果填註表中⁽³⁾,然後依次求算其平衡常數⁽⁴⁻⁵⁾.

問 題

- (1) 使燒瓶加熱,目的何在?
- (2) 溫度何以不宜昇至 50°C .以上?

- (3)
- | | <u>燒瓶 A</u> | <u>燒瓶 B</u> |
|-------------|-------------|-------------|
| NaOH 之最後液面: | | |
| NaOH 之最初液面: | _____ | _____ |
| NaOH(N)之用量: | c.c. | c.c. |

(註一) 二燒瓶中各注入HCl(N)1c.c.作為觸媒之用.事實上二燒瓶中均已增多1c.c.之水.故燒瓶A中,水之用量為3c.c.,而燒瓶B中亦有水1c.c..計算平衡常數時應注意及此.

(4) 平衡常數之求算:—

燒瓶 A:—

濃度
(克分子數)

$$[\text{HAc}] = \frac{\text{可由 NaOH 之用量及其當量濃度}}{\text{測計之}(x)}$$

$$[\text{MeOH}] = \text{與} [\text{HAc}] \text{相等}(x)$$

$$[\text{MeAc}] = \frac{\text{由其用量}(10\text{c.c.}) \text{及其密度,即可求算其原有}}{\text{濃度}(a). \text{達平衡時之濃度爲}(a-x).$$

$$[\text{H}_2\text{O}] = \frac{\text{由其用量}(3\text{c.c.}) \text{即可求算其原有濃度}(b).}{\text{達平衡時之濃度爲}(b-x).$$

$$\therefore K_A(\text{平衡常數}) =$$

燒瓶 B:—

$$[\text{HAc}] = \frac{\text{可由 NaOH 之用量及其當量濃度}}{\text{測計之}(y)}$$

濃度
(克分子數)

[MeAc] HAc之原有濃度(c),可由其用量(10c.c.)及其密度(1.055)計算之. MeAc達平衡時之濃度等於HAc減少之濃度,即(c-y).

[MeOH] 由MeOH之用量(5c.c.)及其密度(0.796),即可測計其原有濃度(d),MeOH達平衡時之濃度為d-(c-y).

[H₂O] 由水之用量(1c.c.見註一)即可測計其原有濃度(e). 水達平衡時之濃度為e-(c-y).

∴ K_B (平衡常數) =

(5) K_A 與 K_B 是否符合? 相差之百分率若何?

普通化學實驗

(43)

沉澱理論 (上)

Theory of Precipitation - Part I

提要： 游子之活動性積數(activity product),通常習稱為游子積數 (ionic product), 苟非等於或超過該游離化合物在飽和溶液中之活動性積數(通常習稱為溶解度積數, solubility product), 決不能生成沉澱,此乃生成沉澱之基本條件也。

應用之試劑:

溶液:	CaCl ₂ (N)	BaCl ₂ (N)	K ₂ CrO ₄	CaCl ₂	BaCl ₂
	H ₂ C ₂ O ₄	KClO ₃ (飽和)	KCl(飽和)	NaCl(飽和)	
	NaClO ₃ (飽和)	Pb(NO ₃) ₂	PbAc ₂	Na ₂ HPO ₄	
	NH ₄ Ac(濃)	HgCl ₂	KI		

應用之儀器用品: 試管

姓名.....

學程及組別.....

試桌號數.....

試驗日期.....

實驗〔 〕 沉澱理論(上)

A 活動性積數與沉澱之關係 取 CaCl_2 及 BaCl_2 之當量溶液各 1c.c., 分別以蒸餾水 20c.c. 稀釋之, 復注入稀硫酸少許, 察其結果是否相同⁽¹⁾. 此時第一試管中 Ca^{++} 與 SO_4^{--} 之活動性積數(游子積數)當與第二試管中 Ba^{++} 與 SO_4^{--} 之活動性積數近似, 試以硫酸鈣與硫酸鋇在飽和溶液中之活動性積數(溶解度積數)解釋所得之結果⁽²⁻³⁾.

B 可溶性鹽類之沉澱 取 KClO_3 之飽和溶液 15c.c., 分盛於三試管中, 第一試管中加 NaCl 之飽和溶液 2c.c., 第二試管中加 KCl 之飽和溶液 2c.c., 第三試管中加 NaClO_3 之飽和溶液 2c.c. 靜置一旁, 數分鐘後, 細察各試管中所得之結果並解釋之⁽⁴⁻⁶⁾.

取 NaCl 之飽和溶液 5c.c., 加濃鹽酸 2-3c.c., 注意所得之結果並解釋之⁽⁷⁾.

C 沉澱之重行溶解——

(a) 因生成弱酸或弱鹽基而溶解 鉻酸鋇、草酸鈣及磷酸鉛, 在中性溶液中均為不溶性鹽, 試選用適當之試劑, 分別製取此三種不溶性鹽⁽⁸⁾. 試以硝酸分別處理所得之沉澱, 察其能否溶解⁽⁹⁾. 參閱次實驗(44, C).

(b) 因生成複游子而溶解 取硝酸鉛溶液 10c.c., 加稀硫酸少許⁽¹⁰⁾. 俟沉澱下降後, 泌去上層之清澈溶液, 於硫酸鉛之沉澱上, 加醋酸銨之濃溶液數 c.c., 察其能否溶解⁽¹¹⁾. 注意硫酸鉛(PbSO_4)與醋酸銨(NH_4Ac)反應所得之產物中, 有吾人曾誤認為不甚游離之醋酸鉛(PbAc_2). 實則醋酸鉛並非不甚游離, 乃因其有生成複游子之傾向耳.

取氯化汞溶液 10c.c., 緩緩滴入碘化鉀溶液, 初時有碘化汞(HgI_2)沉澱析出⁽¹²⁾. 繼續滴入碘化鉀溶液, 至沉澱完全溶解為止, 碘化汞與過量之碘化鉀反應而成 HgI_4^{--} 複游子⁽¹³⁾. 沉澱因生成複游子而溶解之例頗多, 參閱實驗(32, C; 33, D 等).

問 題

(1) 結果:

(2) 解釋:

(3) BaSO_4 在 18°C . 時每 1000gm. 水中可溶解 0.0023gm., CaSO_4 在同溫度時之溶解度為 2.02gm., 假定其活動性係數均為一, 試求算 BaSO_4 與 CaSO_4 之溶解度積數 (K_{sp}) 而比較之.

(4) 試作一方程式, 以示 KClO_3 固體與其飽和溶液間之平衡, 並推演一如何求算其 K_{sp} (溶解度積數) 之方程式.

(5) 結果: (a) 加 NaCl ——

(b) 加 KCl ——

(c) 加 NaClO_3 ——

(6) 解釋:

- (7) 結果與解釋:
- (8) 試述選用之試劑,並作方程式以示之(註出沉澱之顏色):
- (a) 鉻酸鋇:
- (b) 草酸鈣(即乙二酸鈣):
- (c) 磷酸鉛:
- (9) 試分別作游子方程式,並解釋各沉澱何以溶解:
- (a)
- (b)
- (c)
- (10) 方程式(註明沉澱之顏色):
- (11) 結果:
- (12) 方程式(註明沉澱之顏色):
- (13) 試作方程式以示 HgI_2 之重行溶解.

普通化學實驗

(44)

沉澱理論(下)

Theory of Precipitation - Part II

提要: 吾人於前實驗中,稱游子之活動性積數(即游子積數)等於或超過在飽和溶液中之活動性積數(即溶解度積數, K_{sp})時,即有沉澱生成.此說僅指一般溶解度極小之物質而言,蓋此等不溶性物質之飽和溶液,仍屬極稀,其活動性係數幾等於一.比較稍易溶解之物質,例如醋酸銀,則其游子積數與生成沉澱之關係,並不如是簡單,因其在飽和溶液中之活動性係數小於一故也.

應用之試劑:

溶液: NaAc(N/5) AgNO₃(N/5, N/10) NaAc(飽和)

應用之儀器用品: 試管 量筒

姓名.....

學程及組別.....

試桌號數.....

試驗日期.....

實驗〔 〕 沉澱理論(下)

A 醋酸銀(AgAc)在16°C.時之克分子溶解度為0.0603,在飽和溶液中之活動性係數(即通常習稱之游離度)為0.71.試計算 Ag^+ 與 Ac^- 之有效濃度(Ag^+)與(Ac^-),溶解度積數(K_{sp})及(AgAc). (AgAc)通常視為AgAc分子之濃度.實際上溶液中並無醋酸銀分子,僅有比較活動不甚自由之銀游子與醋酸根游子而已.故由AgAc之真實濃度,減去 Ag^+ 或 Ac^- 之有效濃度,即得(AgAc)⁽¹⁻³⁾.

B 等體積之NaAc(N/5)與 AgNO_3 (N/10)混和後,有無AgAc之沉澱析出?欲解答此問題,必須知此二者(NaAc與 AgNO_3)混和後之濃度,並由其在各該濃度時之活動性係數,求算 Ag^+ 與 Ac^- 之濃度⁽⁴⁻⁵⁾.如 $(\text{Ag}^+) \times (\text{Ac}^-)$ 較大於 K_{sp} ,則必有一部分銀游子與醋酸根游子,由其有效濃度中退出,使其游子有效濃度之乘積仍等於 K_{sp} .假定此退出之銀游子與醋酸根游子,其濃度為x,則

$$[(\text{Ag}^+) - x][(\text{Ac}^-) - x] = K_{sp}$$

如x較大於飽和溶液中之(AgAc)時,則必有AgAc之沉澱析出⁽⁶⁻⁷⁾.取NaAc(N/5)與 AgNO_3 (N/10)各3c.c.而混和之,察其結果是否與預期者符合⁽⁸⁾.

C 依上法求算NaAc(N/5)20c.c.與 AgNO_3 (N/5)10c.c.混和後應否有AgAc之沉澱析出⁽⁹⁻¹²⁾.取NaAc(N/5)4c.c.與 AgNO_3 (N/5)2c.c.而混和之,察其結果是否與預期者符合⁽¹³⁾.攪拌十分鐘後,令上層之清澈溶液過濾,大部分沉澱仍留於試管中.注濃硝酸少許於試管中,攪拌後細察沉澱是否溶解⁽¹⁴⁾.濾液為AgAc之飽和溶液,加NaAc之飽和溶液少許,注意所得之結果並解釋之⁽¹⁵⁾.

問 題

(1) $(Ag^+) =$

$(Ac^-) =$

(2) 溶解度積數(K_{sp}) =

(3) $(AgAc) =$

(4) 等體積之 $NaAc(N/5)$ 與 $AgNO_3(N/10)$ 混和後, $NaAc$ 與 $AgNO_3$ 之當量濃度各為若干?

(5) 假定 $NaAc(N/10)$ 之活動性係數為 0.76, $AgNO_3(N/20)$ 之活動性係數為 0.81, 試求算 Ag^+ 與 Ac^- 之有效濃度。

(6) 代入下式, 求 x 之值:

$$[(Ag^+) - x][(Ac^-) - x] = K_{sp}$$

(7) x 之值與 $(AgAc)$ (問題 3) 比較若何? 應有 $AgAc$ 沉澱析出否?

(8) 結果:

(9) NaAc(N/5)20c.c. 與 AgNO₃(N/5)10c.c. 混和後, NaAc 與 AgNO₃ 之當量濃度各為若干?

(10) 假定 NaAc 在該濃度時之活動性係數為 0.78, AgNO₃ 在該濃度時之活動性係數為 0.823, 試求算 Ag⁺ 與 Ac⁻ 之有效濃度。

(11) 代入下式, 求 x 之值:

$$[(Ag^+) - x][(Ac^-) - x] = K_{sp}$$

(12) 應有 AgAc 之沉澱析出否?

(13) 結果:

(14) 加濃硝酸後之結果與解釋:

(15) 加 NaAc 飽和溶液後之結果與解釋:

普通化學實驗

(45)

沉澱理論在分析化學上之應用

Theory of Precipitation as Applied
to Analytical Chemistry

提要： 溶解度積數與沉澱之生成及其重行溶解之關係，吾人於前二實驗中，已略加探討。需知此項沉澱理論在分析化學上，極關重要。本實驗僅舉二例：(1) 鋅游子 (Zn^{++}) 與銅游子 (Cu^{++}) 在酸性溶液中，通入硫化氫， CuS 之溶解度積數較小，雖在酸性溶液中 (S^{-} 甚少)，亦不難使之完全析出，而 ZnS 則否。分析化學上之第二組 (硫化氫組)，即依此原理而與其他陰向游子分離。(2) 鐵游子 (Fe^{+++}) 與鎂游子 (Mg^{++}) 在 NH_4Cl 溶液中加 NH_4OH ， $Fe(OH)_3$ 之溶解度積數較小，雖有 NH_4Cl ，亦不能阻止沉澱之析出，但 $Mg(OH)_2$ 則因 NH_4Cl 之存在而不能沉澱。分析化學上之第三組 (Fe^{+++} , Al^{+++} , Cr^{+++}) 即依此原理而與其他陰向游子分離。參閱實驗(67)。

應用之試劑：

固體： 醋酸鈉 鋅片 石蕊試紙

溶液： $ZnSO_4$ $CuSO_4$ $MgCl_2$ $K_4Fe(CN)_6$ $HCl(N)$ NH_4Cl $FeCl_3$

應用之儀器用品： 錐形燒瓶(125c.c.) Kipp發生器(H_2S) 濾紙 漏斗
試管

姓名.....

學程及組別.....

試桌號數.....

試驗日期.....

實驗〔 〕 沉澱理論在分析化學上之應用

A 硫化物 (a) 鋅鹽——取 $ZnSO_4$ 稀溶液20c.c.,置於錐形小燒瓶中。通入 H_2S ,使達飽和(濾去沉澱後,復通入 H_2S ,直至不復有沉澱析出,始得稱為飽和)。以石蕊試紙檢驗所得之濾液⁽¹⁻²⁾。欲知 Zn^{++} 已否完全沉澱而出,即濾液中是否仍有 Zn^{++} 存在,可將濾液分盛於二試管,一試管中加入過量之 NH_4OH ,一試管中溶入 $NaAc$ 固體少許⁽³⁾。注意如有白色沉澱析出,應仍為 ZnS ,並非 $Zn(OH)_2$ 或其他。試就 H_2S 在溶液中之游離常數(K_i)及 ZnS 之活動性積數(即游子積數,)解釋所得之結果⁽⁴⁻⁵⁾。

另取 $ZnSO_4$ 20c.c.,加等體積之 $HCl(N)$ 後,再通入 H_2S ,使達飽和⁽⁶⁻⁷⁾。

(b) 銅鹽——取 $CuSO_4$ 之稀溶液20c.c.,置於錐形小燒瓶中,加等體積之 $HCl(N)$ 後,通入 H_2S ,使達飽和而過濾之⁽⁸⁾。欲知 Cu^{++} 已否完全沉澱而出,即濾液中是否仍有 Cu^{++} 存在,可將濾液加熱至沸,以除去 H_2S 。冷卻後傾出約10c.c.於試管中,加 $NaAc$ 固體少許,然後注入亞鐵氰化鉀溶液 $[K_4Fe(CN)_6]$ ⁽⁹⁾。濾液中如含有 Cu^{++} ,雖其濃度減至每1c.c.中僅含0.00001gm.,亦將呈現朱紅色。餘下之濾液中,投入明亮之金屬鋅一小片,靜待片刻,察其有無變化⁽¹⁰⁾。濾液中之 Cu^{++} ,雖其濃度減至每1c.c.中僅含0.000008gm.,鋅片上亦將呈現一層紅色之金屬銅,故以此檢驗溶液中有無銅游子,極為靈敏⁽¹¹⁻¹²⁾。

B 氫氧化物 (a) 鎂鹽——取 $MgCl_2$ 溶液10c.c.,分盛於二試管中。第一試管中加 NH_4OH 2c.c.,察其有無沉澱析出⁽¹³⁾。第二試管中先加 NH_4Cl 溶液10c.c.,然後加 NH_4OH 2c.c.⁽¹⁴⁾,再加 $NaOH$ 2c.c.⁽¹⁵⁾。試就 NH_4OH 之游離常數及 $Mg(OH)_2$ 之游子積數解釋所得之結果⁽¹⁴⁻¹⁵⁾。

(b) 高價鐵鹽——取 $FeCl_3$ 溶液10c.c.,分盛於二試管中。第一試管中加 NH_4OH 2c.c.⁽¹⁶⁾。第二試管中先加 NH_4Cl 溶液10c.c.,然後加 NH_4OH 2c.c.⁽¹⁷⁾。試比較 $Mg(OH)_2$ 與 $Fe(OH)_3$ 之溶解度積數(K_{sp})而解釋所得之結果⁽¹⁸⁻²⁰⁾。

問 題

- (1) 石蕊試紙檢驗之結果:
- (2) 解釋(游子方程式):
- (3) 結果: (a) 加 NH_4OH ——
(b) 加 NaAc 固體 ——
- (4) 解釋:
- (5) 在中性溶液中, Zn^{++} 能否完全為 H_2S 所沉澱?
- (6) 結果與解釋:
- (7) 如何可使 Zn^{++} 完全為 H_2S 所沉澱?
- (8) 沉澱作何色?
方程式:

-
- (9) 結果加 $[K_4Fe(CN)_6]$:
- (10) 結果(加 Zn):
- (11) Cu^{++} 在酸性溶液中能否完全為 H_2S 所沉澱?
- (12) 依據本實驗之結果,比較 CuS 與 ZnS 之溶解度積數.
- (13) 結果與方程式:
- (14) 結果與解釋.
- (15) 結果與解釋:
- (16) 結果與方程式.
- (17) 結果:
- (18) NH_4Cl 對於 $Fe(OH)_3$ 之沉澱,何以不發生影響?
- (19) 鋅鹽與銅鹽在同一溶液中,如何得使之分離?
- (20) 鎂鹽與鐵鹽在同一溶液中,如何得使之分離?

普通化學實驗

(46)

複游子與化學平衡

Complex Ions and Chemical Equilibrium

提要： 吾人已知複游子之生成，足以阻止沉澱之析出，或沉澱析出後復因生成複游子而重行溶解(實驗 43, C, b)。蓋複游子之化學反應，與普通簡單游子不同。例如 $\text{Ag}(\text{NH}_3)_2^+$ 不能施以普通檢驗 Ag^+ 之方法，即加 Cl^- 不易得 AgCl 之白色沉澱； $\text{Fe}(\text{CN})_6^{4-}$ 不能施以普通檢驗 Fe^{+++} 之方法，即加 CNS^- 並不變為深紅色(實驗 19, B)。但此等複游子亦稍解離而成簡單之游子，例如 $\text{Ag}(\text{NH}_3)_2^+$ 亦稍稍解離而成 Ag^+ ，惟其解離常數(dissociation constant, 即其解離時之平衡常數)甚小， Ag^+ 之濃度因亦甚低，不易使氯化物沉澱耳。

應用之試劑：

固體： 硫酸鐵 氯化鐵 乙二酸銨

溶液： AgNO_3 (N/5) NH_4OH (N, N/5) CaCl_2 NaCl (N/10)

NaBr (N/10) NH_4CNS (5%)

應用之儀器用品： 吸量管(Mohr 氏) 燒杯 量筒 研鉢 試管

姓名.....

學程及組別.....

試桌號數.....

試驗日期.....

實驗 [] 複游子與化學平衡

A 氨銀複游子 (silver-ammonium complex) 置硝酸銀之 N/5 溶液 10c.c. 於小燒杯中, 由 Mohr 氏吸量管或滴定管中注入氫氧化銨之 N/5 溶液 (滴定時宜迅速), 直至最初生成之沉澱完全溶解。注意 NH_4OH 之用量⁽¹⁾, 並測求此複游子 $\text{Ag}(\text{NH}_3)_x^+$ 中 x 之值⁽²⁻⁴⁾。注意此複游子中僅含一 Ag 原子, 與 AgNO_3 同, 故由 AgNO_3 之濃度 (注意其容積已增加), 即可測知此複游子之濃度⁽⁵⁾。

此錯鹽溶液中, 如加等體積之 NH_4OH (N) 後, 複游子與 NH_4OH 之濃度, 均將減半⁽⁶⁾。 NH_3 之有效濃度為 NH_4OH 濃度之三分之二, 即 $\frac{2}{3} \times 0.5 = 0.33$ 。已知複游子及 NH_3 之有效濃度, 即可代入下式, 求算 Ag^+ 之有效濃度⁽⁷⁾:

$$\frac{(\text{Ag}^+) \times (\text{NH}_3)^x}{\text{Ag}(\text{NH}_3)_x} = 7 \times 10^{-8} \text{ (解離常數)} \quad x = ?^{(2)}$$

此混合溶液每 20c.c. 中如加 NaCl 或 NaBr 之 N/10 溶液 1c.c., 則 NaCl 或 NaBr 之濃度, 均將減至 N/210, 假定其活動性係數為 0.95, 即可求算 Cl^- 或 Br^- 之有效濃度⁽⁸⁾。已知 Ag^+ , Cl^- 及 Br^- 之有效濃度, 即可求算 $(\text{Ag}^+) \times (\text{Cl}^-)$ 及 $(\text{Ag}^+) \times (\text{Br}^-)$ 之游子積數⁽⁹⁻¹⁰⁾。

此二種鹵素化銀在室內溫度時之溶解度積數, AgCl 為 1.2×10^{-10} , AgBr 為 3.5×10^{-13} 。依據以上求算之結果, 即可測知應否有 AgCl 或 AgBr 之沉澱析出⁽⁹⁻¹⁰⁾。欲證實解答之正誤, 可將上述滴定之錯鹽溶液, 加等體積之 NH_4OH (N) 後, 量取 20c.c., 加 NaCl (N/10) 1c.c. 而搖和之⁽¹¹⁾。再量取 20c.c., 加 NaBr (N/10) 或 KBr (N/10) 1c.c. 而搖和之⁽¹²⁾。

B 乙二酸鐵複游子 (ferric-oxalate complex) 取硫酸鐵 2gm. 與乙二酸銨 4gm., 置於研鉢中混和研細後, 溶於 100c.c. 之冷水中。取淨潔之試管五個, 各盛此製成之錯鹽溶液 $[(\text{NH}_4)_3\text{Fe}(\text{C}_2\text{O}_4)_3]$ 10c.c., 分別作下列各項試驗:

(a) 第一試管中注入 NH_4CNS 之 5% 溶液, 察其有無鐵游子存在之明

證⁽¹³⁾.

- (b) 第二試管中注入 NH_4OH 之稀溶液 5c.c., 細察有無沉澱析出⁽¹⁴⁻¹⁵⁾.
- (c) 第三試管中先加 HCl (6N) 3c.c., 然後注入 NH_4CNS 溶液 5c.c.⁽¹⁶⁻¹⁷⁾.
- (d) 第四試管中加 CaCl_2 溶液 5c.c., 察其有無沉澱析出⁽¹⁸⁾.
- (e) 第五試管中先加氯化鐵固體一小粒後, 再加 CaCl_2 溶液 5c.c., 察其結果是否與(d)相同, 並解釋之⁽¹⁹⁻²⁰⁾.

問 題

- (1) 需用 NH_4OH (N/5) 若干 c.c.?
- (2) 此複游子之化學式應為若何?
- (3) 最初析出之沉澱為何?
- (4) 試作方程式以示此沉澱之析出及其重行溶解.
- (5) 假定此複游子之活動性係數為 0.90, 求算其有效濃度.
- (6) 加等體積之 NH_4OH 後, 此複游子之有效濃度為若干?
- (7) $(\text{Ag}^+) = ?$
- (8) $(\text{Cl}^-) = (\text{Br}^-) = ?$
- (9) $(\text{Ag}^+) \times (\text{Cl}^-) = ?$ 應有 AgCl 沉澱析出否?

- (10) $(\text{Ag}^+) \times (\text{Br}^-) = ?$ 應有 AgBr 沉澱析出否?
- (11) 結果:
- (12) 結果:
- (13) 結果:
 Fe^{+++} 存在否?
- (14) 結果與方程式:
- (15) 藉上述之二種方法,以檢驗 Fe^{+++} 之有無,結果何以不同?
- (16) 結果:
- (17) 何以與結果(13)不同? 注意此複游子 $[\text{Fe}(\text{C}_2\text{O}_4)_3]^{-}$ 亦與其他複游子相同,稍稍解離而成 Fe^{+++} 與 C_2O_4^{-} . HCl 之加入對於此解離平衡,有何影響?
- (18) 結果與方程式:
- (19) 結果:
- (20) 何以與結果(18)不同? 加入 FeCl_3 即所以增加 Fe^{+++} , 對於此複游子之解離平衡有何影響?

普通化學實驗

(47)

質子活動性

Proton Activity

提要： 本實驗藉各種酸溶液(1)使蔗糖轉化之速率，(2)對於某指示劑呈現“酸色”(“acid color”)之最低濃度，得測知其質子活動性之比較強弱。蓋蔗糖之轉化， H^+ 實為其觸媒。質子活動性愈強，即 $[H^+]$ 愈濃，蔗糖轉化亦愈速。指示劑之呈現“酸色”，溶液中必須含有相當濃度之氫游子，苟更低於此，則決不能呈現其“酸色”。故使指示劑呈現“酸色”之最低濃度，亦有賴於其質子活動性之強弱。

應用之試劑：

溶液： Fehling氏溶液(A與B) 蔗糖溶液(2%) HCl(N/10)
 H_3PO_4 (N/10)(次頁註二) $HC_2H_3O_2$ (N/10) 甲基紫
三硝基苯

應用之儀器用品： 錐形燒瓶(50c.c.) 試管 燒杯 量筒
Mohr氏吸量管

姓名.....

學程及組別.....

試桌號數.....

試驗日期.....

實驗〔 〕 質子活動性

A 取 Fehling 氏溶液 A 與 B(註一)各 20c.c. 而混和之,預備 50c.c. 大小之錐形燒瓶三只,用吸量管量取此混合液 10c.c. 於各燒瓶中。

置一大燒杯之水於鐵架上,熱之使沸,另取三個試管,各盛蔗糖之 2% 溶液 10c.c.,第一試管中加 N/10 HCl 2c.c.;第二試管中加 N/10 H_3PO_4 (註二) 2c.c.;第三試管中加 N/10 $HC_2H_3O_2$ 2c.c.,將此三試管作相當標記以資識別,然後置於沸水中,約 5 分鐘後,將此三試管中之酸溶液,分別注入盛有 Fehling 氏溶液之三只燒瓶中而搖和之(勿再加熱)。由所得氧化亞銅沉澱之多寡,即可測知所得轉化糖之比較多寡⁽¹⁻⁴⁾,間接即可測定此三種酸溶液中質子活動性之比較強弱⁽⁵⁾。

B 預備潔淨之試管三個,以蒸餾水一一漂淨之,用量筒量取 HCl(6N) 5c.c.,然後以蒸餾水稀釋至 1N,並搖和之⁽⁶⁾。用 Mohr 氏吸量管量取此酸 2c.c. 置於第一試管中,再注入蒸餾水 18c.c. 而搖和之,復量取此溶液 2c.c. 移入第二試管中,亦同樣加蒸餾水 18c.c. 而搖和之,復由第二試管中量取所得之溶液 2c.c. 移入第三試管中,亦同樣加蒸餾水 18c.c. 而搖和之,如是則三試管中 HCl 之濃度,將依次為 N/10, N/100, N/1000 矣,注甲基紫(methyl violet)一二滴於各試管而搖和之,襯白紙一張於試管下,由試管之上端,經溶液向下注視,細察呈現此指示劑之“酸色”(綠)時酸之最低濃度為若干⁽⁷⁻⁹⁾。

另取試管三個,用 H_3PO_4 (N/10)(註三)以代 HCl,作同樣試驗⁽¹⁰⁻¹²⁾。

(註一) Fehling 氏溶液之製備法如下:—

溶液 A —— 溶純硫酸銅 ($CuSO_4 \cdot 5H_2O$) 34.64gm. 於水中,稀釋至 500c.c.

溶液 B —— 溶純酒石酸鉀鈉 (Rochelle salt, $KNaC_4H_4O_6$) 175gm. 及 NaOH 固體(棒狀) 50gm. 於水中,稀釋至 500c.c.

(註二) 磷酸之第二步及第三步游離,非常式微,實際上與一鹽基酸 (mono-basic acid) 幾無差別,故 H_3PO_4 之 N/10 溶液,實即 H_3PO_4 之 M/10 溶液。

(註三) 由 H_3PO_4 之 N/10 溶液直接稀釋使成 N/100 及 N/1000 溶液。

用 NaOH(6N) 作同樣試驗, 測求呈現三硝基苯 (trinitrobenzene) 指示劑之“鹼色”(黃) 時, 其最低濃度為若干 N⁽¹⁵⁻¹⁶⁾。

用 NH₄OH(6N) 以代 NaOH, 作同樣試驗⁽¹⁷⁻¹⁹⁾。解答問題(13—14, 20)。

問 題

- (1) 何謂轉化糖 (inverted sugar)?
- (2) 由蔗糖 3.42gm., 可得轉化糖若干 gm.?
- (3) 一般言之, 轉化糖與 Fehling 氏溶液混和加熱後之變化若何?
- (4) 析出沉澱最多 (即生成轉化糖最多) 之酸:
第一; 第二; 第三;
- (5) 試以質子活動性解釋所得之結果。
- (6) 由 HCl(6N)5c.c. 稀釋至 1N, 需加水稀釋至若干 c.c.?
- (7) 甲基紫在鹼性溶液中顏色若何?
- (8) HCl 呈現“酸色”之最低濃度:
- (9) 假定此 HCl 溶液完全游離, 每升中需含有 H⁺ 若干克游子, 始能呈現顯見的綠色 (甲基紫之“酸色”)?

-
- (10) H_3PO_4 呈現“酸性”之最低濃度:
- (11) H_3PO_4 與 HCl 相較, 質子活動性孰強? 其比率約為若何?
- (12) 結果與 (4) 是否符合?
- (13) 何謂酸之克當量 (gram-equivalent)?
- (14) $\text{N}/10$ 酸溶液 20c.c. 中含酸若干克當量? 如此酸完全游離, 含 H^+ 若干克游子?
- (15) NaOH 呈現三硝基苯“鹼色”時之最低濃度:
- (16) 假定此 NaOH 溶液完全游離, 每升中需含有 OH^- 若干克游子, 始能呈現顯見的黃色 (三硝基苯之“鹼色”)?
- (17) NH_4OH 呈現“鹼色”時之最低濃度:
- (18) NH_4OH 與 NaOH 之活動性比較若何?
- (19) 鹼性溶液中是否含有氫游子? 呈現“鹼色”時最低濃度之 NaOH 中 (15), 氫游子之濃度為每升若干克游子?
- (20) 試以 H^+ 與 OH^- 為中性溶液下一定義。

普通化學實驗

(48)

指示劑之應用

A Study of Indicators

提要： 各種指示劑變色時之氫游子濃度 $[H^+]$ ，各不相同，故其應用之範圍亦互異。本實驗例解(1)甲基橙之靈敏度——變色時之氫游子濃度，(2)各種指示劑變色之範圍，(3)指示劑之選擇。

應用之試劑：

固體： 氯化銨 石蕊試紙

溶液： HCl(N/10) $HC_2H_3O_2$ (6N, N/10) 酚色林 NaOH(N/10)

NH_4OH (N/10) Na_2CO_3 (N/10) 甲基橙 NaAc(飽和)

應用之儀器用品： Nessler氏比色管(連架) Mohr氏吸量管 量筒
試管 燒杯

姓名.....

學程及組別.....

試桌號數.....

試驗日期.....

實驗〔 〕 指示劑之應用

A 向用品室借取 Nessler 氏比色管一套(比色管 5 個,比色架一具),將比色管一一洗淨,並用蒸餾水漂過,向教員索取 $\text{HCl}(N/10)2\text{c.c.}$,用蒸餾水稀釋至 200c.c. ,即得 $N/1000$ 之 HCl 溶液,復依次量取此酸($N/1000$) 25c.c. , 20c.c. , 15c.c. , 10c.c. , 5c.c. 分別注入排列架上之比色管中,加蒸餾水於各比色管中,使稀釋至 50c.c. (管上有固定標記,如所用比色管之容量為 100c.c. ,則量取之 $N/1000$ HCl ,均應加倍).各比色管中復注入甲基橙指示液 1-2 滴而搖和之. HCl 在若是稀釋之溶液中,活動性係數當與 1 相近(意即完全游離).故由各比色管中 HCl 之當量濃度,即可直接測知各比色管中之氫游子濃度 $[\text{H}^+]$ 及其 pH 值⁽¹⁾.細察各比色管中何者呈現甲基橙在“滴定終點”時所特具之橙色⁽²⁻⁴⁾.

B 注酚色林一滴於 10c.c. 之蒸餾水中,加 NH_4OH 1-2 滴溶入固體氯化鐵,同時加以攪拌,直至溶液之顏色恰好退去(當心過量)⁽⁵⁾,然後分別以石蕊試紙及甲基橙試之⁽⁶⁻⁷⁾.

注甲基橙一滴於 10c.c. 之蒸餾水中,加醋酸 1-2 滴徐徐滴入醋酸钠之飽和溶液,直至溶液呈現橙色(並非黃色!),然後以石蕊試紙試之⁽⁸⁾.

C 量取 $N/10$ NaOH 10c.c. ,加酚色林一滴,用 $N/10$ $\text{HC}_2\text{H}_3\text{O}_2$ 滴定之(可用 Mohr 氏吸量管以代滴定管),記取 $\text{HC}_2\text{H}_3\text{O}_2$ 之用量⁽⁹⁾.

用甲基橙為指示劑,同樣以 $N/10$ $\text{HC}_2\text{H}_3\text{O}_2$ 滴定 10c.c. 之 $N/10$ NaOH ⁽⁹⁻¹¹⁾.

仍分別以甲基橙及酚色林為指示劑,用 $N/10$ HCl 與 10c.c. 之 $N/10$ NH_4OH 滴定二次⁽¹²⁻¹⁴⁾.

再用 $N/10$ HCl 與 10c.c. 之 $N/10$ Na_2CO_3 , 滴定二次,分別以甲基橙與酚色林為指示劑⁽¹⁵⁻¹⁷⁾ 注意 HCl 與 Na_2CO_3 中和時,先生成 NaHCO_3 , 然後生成 H_2CO_3 (大部份分解為 CO_2 而逸去). Na_2CO_3 一克分子與 HCl 一克分子反應

而成 NaHCO_3 , 此時溶液中之 pH 值, 與酚色林變色時之氫游子濃度或 pH 值相近. 再加入 HCl 一克分子, 始完全中和而成 CO_2 與 $\text{H}_2\text{O}(\text{H}_2\text{CO}_3)$, 此時則與甲基橙變色時之 pH 值相近矣⁽¹⁸⁻¹⁹⁾

問 題

- | (1) | <u>比色管</u> | <u>HCl 之當量濃度</u> | <u>氫游子濃度 (克游子/升)</u> | <u>pH 值</u> |
|-----|------------|------------------|----------------------|-------------|
| | 1 | | | |
| | 2 | | | |
| | 3 | | | |
| | 4 | | | |
| | 5 | | | |
- (2) 甲基橙在“滴定終點”時之 pH 值為若干?
- (3) 在水溶液中, 欲使氫氧游子濃度降達 10^{-9} , 氫游子濃度需增至若干?
- (4) 欲使氫氧游子之濃度降達 10^{-9} , 純水 1 l. 中需加入 $\text{HCl}(\text{N}/10)$ 若干 c.c.?
- (5) NH_4Cl 加入後, 何以能使酚色林之“鹼色”消失?
- (6) 結果 對於各該指示劑, 為酸性反應抑為鹼性反應?
試以石蕊試紙:
試以甲基橙:
- (7) 解釋:
- (8) 結果與解釋:

- (9) 酚色林(指示劑) 甲基橙(指示劑)
 滴定 $N/10$ NaOH 10c.c.
 需用 $N/10$ $HC_2H_3O_2$:
- (10) 試作一游子平衡的方程式 (ionic equilibrium equation), 以示 NaOH 與 $HC_2H_3O_2$ 之中和, 並藉以解釋所得之結果 (9).
- (11) NaOH 與 $HC_2H_3O_2$ 滴定時, 應用何項指示劑, 酚色林抑甲基橙?
- (12) 酚色林(指示劑) 甲基橙(指示劑)
 滴定 $N/10$ NH_4OH 10c.c.
 需用 $N/10$ HCl:
- (13) 解釋:
- (14) NH_4OH 與 HCl 滴定時, 應用何項指示劑, 酚色林抑甲基橙?
- (15) 酚色林(指示劑) 甲基橙(指示劑)
 滴定 $N/10$ Na_2CO_3 10c.c.
 需用 $N/10$ HCl:
- (16) 解釋:
- (17) Na_2CO_3 與 HCl 滴定時, 應用何項指示劑, 酚色林抑甲基橙?
- (18) 今有 Na_2CO_3 與 $NaHCO_3$ 之混合物在此, 如何可以利用此二種指示劑估計此混合物之組成?
- (19) 一般言之, 選擇指示劑之法則若何?

普通化學實驗

(49)

數種普通有機化合物之定性檢驗

Qualitative Tests for Some Common

Organic Compounds

提要：無機化合物之分析與辨認，得依據有條不紊之分析程序而進行（實驗 66-70），至若有機化合物，則不得不隨機應變，並無固定之程序，有時得藉分餾（fractional distillation）等手續，達部分析離之目的，然後作種種試驗，檢定其屬於何類有機化合物，如欲作更進一步之辨認，則必需測求其熔點、沸點、分子量等而後可，本實驗僅略舉數種重要有機化合物之分類檢驗。

應用之試劑：

固體： 澱粉 碘 醋酸鈉 無水氯化鈣

液體： 汽油 甲醇 乙醇 丙酮 甲酸 醋酸

乙酸乙酯

溶液： Fehling 氏溶液 (A 與 B) FeCl_3 I_2 蔗糖 (2%)

應用之儀器用品： 試管 研鉢 棉花 試紙

姓名.....

學程及組別.....

試桌號數.....

試驗日期.....

實驗〔 〕 數種普通有機化合物之定性檢驗

A 飽和烴與不飽和烴 (saturated and unsaturated hydrocarbons)

吾人對於烴(即碳氫)尚無簡單之辨認方法,但可藉燃燒分析法測知其是否為烴,蓋凡屬烴,除碳與氫外,別無其他元素也。

不飽和烴不僅能與鹵素直接加合,通常對於濃硫酸亦能起直接加合作用。置汽油數c.c.於試管中,加近乎相等之濃硫酸而輕輕搖和之。藉其顏色變黑之深淡及其放出熱量之多寡,即可推測其中所含不飽和烴部分之多寡⁽¹⁾。

B 醇類 (alcohols) 取 NaOH 之稀溶液約 2-3c.c.,加碘一小晶粒俟碘溶解後加乙醇 (ethyl alcohol, 即酒精) 之稀溶液數滴,徐徐溫熱之,注意有無碘仿 (即三碘甲烷, iodoform) 析出——特具之黃色與異臭⁽²⁻³⁾。

分別以甲醇 (methyl alcohol)、丙酮 (acetone)、乙醇乙酯 (ethyl acetate) 代乙醇,作同樣試驗⁽⁴⁾。此法稱為碘仿檢驗法 (iodoform test)。

C 酯類 (esters) 注意乙酸乙酯所特具之香味⁽⁵⁻⁶⁾。於甲酸 (formic acid, 亦稱蟻酸) 5c.c. 中,加無水氯化鈣少許,投入棉花一小顆及濾紙一條而搖和之。氯化鈣與甲酸 (HCOOH) 反應而放出之 HCl, 即為一種觸媒,使餘下之甲酸與纖維素反應而成纖維素酯⁽⁷⁻⁸⁾。

D 醋酸 (acetic acid) 置醋酸鈉之晶體少許於試管中,加濃硫酸數滴而微熱之,察其逸出蒸氣之臭味⁽⁹⁻¹¹⁾。取醋酸(即乙酸)之稀溶液 2c.c., 以 NH_4OH 之稀溶液中和之 (或直接用醋酸鹽之稀溶液), 再加氯化鐵溶液 2c.c. 而沸熱之,生成之紅色沉澱 $[\text{Fe}(\text{OH})_2\text{Ac}]$ 加 HCl 即重行溶解⁽¹²⁾。

E 澱粉 (starch) 置澱粉少許於研鉢中,加水數滴,磨成漿糊狀後傾入一小杯沸水中,稍俟片刻,取上層較澄清之溶液 10c.c., 加碘溶液一滴⁽¹³⁾。澱粉之膠體微粒吸取碘而呈現藍色,使此溶液加熱至沸 (勿過久), 復令其

冷卻至室內溫度⁽¹⁴⁻¹⁵⁾。

F 蔗糖與轉化糖(sucrose and inverted sugar) 取 Fehling 氏溶液 A 與 B(實驗 47)各 3cc. 而混和之,加熱至沸後,注入蔗糖溶液 5c.c.⁽¹⁶⁾,再作試驗一次,蔗糖溶液中加濃鹽酸數滴而沸熱之,然後注入沸熱之 Fehling 氏混合溶液中⁽¹⁷⁻¹⁸⁾

問 題

(1) 檢驗之汽油中,是否富於不飽和煙?

(2) 三碘甲烷之化學式:

(3) 與三碘甲烷之化學式類似而在醫藥上亦頗佔重要之另一種鹵素化合物為何?

(4) 結果:

(5) 乙酸乙酯之香味類似.....

(6) 試作一方程式,以示如何製成乙酸乙酯.

(7) 何謂酯?

(8) 纖維素酯之主要用途:

(9) 醋酸蒸氣之臭味類似.....

(10) 由醋酸鈉製取醋酸,何以用 H_2SO_4 而不用 HCl ?

方程式:

(11) 醋酸在商業上如何製取之?

(12) 試作方程式以解釋 $Fe(OH)_2$ 紅色沉澱之生成及其重行溶解。

(13) 藉澱粉之膠體溶液可以檢驗碘之存在與否,至為靈敏可靠.此法亦可用以檢驗碘游子 (I^-) 否? 如何?

(14) 結果:

(15) 澱粉遇碘而呈藍色,係物理變化抑係化學變化?

(16) 結果:

(17) 結果:

(18) 解釋:

普通化學實驗

(50)

肥皂之製造及其性質

Preparation and Properties of Soap

提要： 脂肪與氫氧化鈉混和加熱，即變易而成鈉皂及甘油，此二者均易溶於水中，但肥皂在食鹽溶液中，遠不若在水中之易於溶解，故所得之肥皂與甘油混合液中，加固體食鹽後，肥皂即變為半固體狀態而析出，此即商業上所稱之鹽析法(salting out)是也。本實驗除作製皂之嘗試外，尚例解(1)鑑別肥皂之優劣，(2)肥皂與硬水之關係，(3)肥皂溶液之吸附作用，(4)肥皂溶液之乳化作用(emulsification)。

應用之試劑：

固體： 上等肥皂 食鹽 骨炭 豚脂

液體： 煤油 乙醇

溶液： NaOH(飽和) 酚色林 肥皂溶液 CaCl_2 MgSO_4

應用之儀器用品： 蒸發皿 熱水鍋 燒杯 濾紙 漏斗
坩堝 試管

姓名.....

學程及組別.....

試桌號數.....

試驗日期.....

實驗〔 〕 肥皂之製造及其性質

A 取豚脂一湯匙，置於蒸發皿中，加 NaOH 之飽和溶液約 5c.c.，乙醇約 20c.c.，置此蒸發皿於熱水鍋上，時時加以攪拌，使成一幾近硬化之固體⁽¹⁻²⁾。

B 取上等肥皂一小片，溶於蒸餾水中，注入酚色林 1-2 滴，察其所得之結果並解釋之（注意組成肥皂之脂肪酸部分概為弱酸）⁽³⁾。另取一小片溶於乙醇中，同樣試以酚色林，察其是否變色⁽⁴⁻⁵⁾。設法檢驗汝自己製成之肥皂中，有無“未化合鹼”（“free alkali”）之存在⁽⁶⁾。

C 將製成之半固體肥皂溶於 50c.c. 之熱水中，加食鹽約 15gm. 而攪拌之，溶液中肥皂之膠體微粒，應即凝聚而出（鹽析法）。將析出之肥皂濾出後，溶於 50c.c. 之熱水（蒸餾水）中，加過量之稀鹽酸（注入酚色林一二滴以覘知之），置於小燒杯中，先使之溫熱片刻，復置於自來水龍頭下冷卻之，濾出所得之沉澱⁽⁷⁾。取此沉澱少許，置於坩堝中焙化之。用濾紙一條，捲成燈心狀，插入坩堝中而燃着之⁽⁸⁾。硬脂酸（stearic acid，亦稱十八酸，octadecane acid）為製燭之主要原料，和以少許石蠟，即不致結晶而析出。

D 取過濾後之肥皂溶液約 10c.c.，分盛於二試管中，分別以氯化鈣與硫酸鎂之溶液檢驗之⁽⁹⁻¹¹⁾。

E 取骨炭少許，分置於二試管中，第一試管中加水 10c.c.，第二試管中加肥皂溶液 10c.c.，將二試管震搖後，注意並比較骨炭微粒下沉之緩速⁽¹²⁾。將二試管中之溶液，分別過濾而比較所得之濾液，並解釋之⁽¹³⁾。

F 加煤油（kerosene） $\frac{1}{2}$ c.c. 於 6c.c. 之水中而搖和之⁽¹⁴⁾。另取一試管，加煤油 $\frac{1}{2}$ c.c. 於 6c.c. 之肥皂溶液中，搖和後比較所得之結果並解釋之⁽¹⁵⁻¹⁶⁾。

問 題

(1) 加乙醇之目的何在?

(2) 豚脂中大部分為硬脂[stearin or tristearin, $(C_{17}H_{35}COO)_3C_3H_5$].試作由硬脂製成肥皂之方程式.

(3) 結果與解釋:

(4) 結果:

(5) 檢驗之上等肥皂中,有“未化合物”存在否?

(6) 檢驗之方法與結果:

(7) 方程式(肥皂在酸性溶液中水解而成不溶性之硬脂酸, $C_{17}H_{35}COOH$):

(8) 結果:

(9) 有沉澱析出否? 沉澱之顏色及形狀若何?

(a) 氯化鈣——

(b) 硫酸鎂——

(10) 方程式:

(11) 蛋類常浸入鋁皂 (aluminum soap) 溶於精製汽油(無臭)所得之溶液中以保藏之。此種鋁皂,如何製成之?

(12) 骨炭微粒下沉之比較緩速若何?

(13) 結果與解釋:

(14) 結果:

(15) 結果與解釋:

(16) 用肥皂洗滌衣服上之泥污油漬,其作用若何?

普通化學實驗

(51)

用凝固點下降法測定分子量

Molecular Weight by Freezing-Point Lowering

提要： 本實驗之目的，(1)測求水之凝固點下降率 (freezing-point lowering constant)，(2)藉某稀溶液之凝固點，測定該溶液中溶劑之分子量。故本實驗之第一步工作，必須校驗所用之溫度計。

應用之試劑：

體固： 冰鹽混合物

溶液： 甘油(標明準確濃度——gm./1000gm.H₂O) 乙酸甲酯(同上)

應用之儀器用品： 硬質大試管 0.1°溫度計
攪拌器(銅絲或玻棒彎成)

姓名.....

學程及組別.....

試桌號數.....

試驗日期.....

實驗〔 〕 用凝固點下降法測定分子量

A 溫度計之校驗(註一) 置蒸餾水20c.c.於大號硬質試管中,從鐵架上懸入溫度計(0.1°),令溫度計之水銀球,完全浸沒水中復用粗銅絲或細玻璃棒彎成一攪拌器(實驗 12,B).將試管置於盛有碎冰與食鹽之燒杯中,手執攪拌器,上下移動,繼續不已,俟溫度下降至 2° 或 3°C.時,每半分鐘記取溫度一次(讀至0.05°)(註二).將所得之記錄,一一填註於表中⁽¹⁾.

如將所得之記錄繪成凝固曲線(freezing curve)⁽⁸⁾,即不難求得水之凝固點⁽¹⁾.測計凝固點下降時,即以此數為標準.

B 水之凝固點下降率 向教員索取甘油溶液(glycerine) 20c.c.如法測定其凝固曲線⁽⁸⁾及其凝固點⁽¹⁾.由瓶貼上標記之濃度——每1000gm.水中含甘油若干gm.——即可求算水之凝固點下降率⁽²⁻³⁾.注意甘油之分子式為 $C_3H_5(OH)_3$. 水之凝固點下降率,吾人均知其為 1.86° 即凡屬非電解質之稀溶液,恆依一克分子溶質溶於 1000 克水中凝固點下降 186°C. 之比率而下降其凝固點.由此即可求算試驗結果之差誤百分率⁽⁴⁾.

C 分子量之測定 向教員索取乙酸甲酯(methyl acetate)之水溶液 20c.c.如法測定其凝固曲線⁽⁸⁾及其凝固點⁽¹⁾.由瓶貼上標記之濃度及水之凝固點下降率(1.86°),即可測定其分子量⁽⁵⁻⁶⁾.乙酸甲酯之準確分子量,可詢諸教員,再求算試驗結果之差誤百分率⁽⁷⁾.

(註一) 蒸餾水之凝固點(即冰點)為 0°C.,固不待贅言,但溫度計或有錯誤,必須校驗之——測求其凝固點是否為 0°C.

(註二) 溫度降達凝固點附近時,必須加以攪拌,否則溫度雖降至 -1°或-2°,仍不凝固,此即所謂過冷現象(supercooling)是也.如已達水之凝固點,則冰之無數晶粒,經迅速攪拌後,始能與液體之全部接觸,使液固兩相保持平衡.如是其凝固點之溫度,庶幾能持續若干時間,在未達全部凝固以前,得維持不變.

問題

(1)

時 間	溫 度		
	蒸 餾 水	甘 油 溶 液	乙 酸 甲 酯 溶 液
半 分			
一 分			
一 分 半			
二 分			
二 分 半			
三 分			
三 分 半			
四 分			
四 分 半			
五 分			
五 分 半			
六 分			
凝 固 點			

- (2) 甘油溶液之濃度 gm./1000gm.H₂O
凝固點下降 °C.
甘油之克分子量 gm.

(3) 試求算水之凝固點下降率.

(4) 差誤百分率:

- (5) 乙酸甲酯溶液之濃度 gm./1000gm.H₂O
凝固點下降 °C.

(6) 試求算乙酸甲酯之分子量.

(7) 差誤百分率:

(8) 蒸餾水、甘油溶液及乙酸甲酯溶液之凝固曲線,均可繪於同一方格紙上,貼於此處,縱坐標為溫度,橫坐標為時間,各曲線均需分別標明之

普通化學實驗

(52)

電化學(上) — 金屬游子之化代

Electrochemistry - Part I

Displacement of Metallic Ions

提要: 本實驗例解(1)金屬之化代——電化順序,(2)金屬化代之選擇性(selectivity), (3)“過量電壓”(“overvoltage”). 氫在電化順序中之位置,隨溶液中之質子活動性而異.在同一酸性溶液中(質子活動性或氫游子之有效濃度相等),尚因其逸出所自之金屬表面(電極)而異.氫在電化順序中通常所佔之位置(銅之上端),乃以鉑黑為電極時之位置也.

應用之試劑:

固體: 鋅屑 鋅片 鐵絲 鉛絲

液體: 汞

溶液: CuSO_4 SnCl_4 SnCl_2 SbCl_3 H_2S

應用之儀器用品: 試管 燒杯 濾紙 漏斗

姓名

學程及組別.....

試桌號數.....

試驗日期.....

實驗 [] 電化學(上) — 金屬游子之化代

A 金屬之化代 置 CuSO_4 溶液 10c.c. 於試管中, 投入鋅屑 2-3gm., 直至溶液變為無色, 過濾後分別檢驗濾液中有無 Cu^{++} 與 Zn^{++} (1-2)。

取 SnCl_4 溶液 20c.c., 加濃鹽酸 2c.c. 後, 分盛二試管, 第一試管中投入鋅一小片, 第二試管中投入已擦亮之鐵絲一根(圈成螺旋狀), 二試管均稍加熱, 以利反應之發動, 然後靜置一旁, 十五分鐘後細察二試管中所得之結果 (3-4)。檢驗第二試管中之溶液有無 Sn^{++} (5)。投鋅一片於 5c.c. 之 SnCl_2 溶液中, 解釋其反應之進行, 何以較速於上述第一試管中之反應 (6)。

B 金屬化代之選擇性 取 SnCl_2 3c.c., SbCl_3 3c.c. 及 HCl (6N) 2c.c., 混和後投入一明亮之鐵絲圈, 必要時可稍加熱, 俾反應易於發生, 然後靜置一旁, 十五分鐘後, 取出鐵絲圈, 將試管中之沉澱 (7), 用傾泌法反覆洗滌數次, 直至最後所得之洗液中, 不復有 Sn^{++} 存在 (約傾泌五六次)。注濃鹽酸 1c.c. 於沉澱上, 細察有無溶解之徵象 (8)。再隔五分鐘, 以兩倍之水將此酸溶液稀釋後, 復使之過濾, 檢驗濾液中有無 Sn^{++} (9)。將濾紙上之黑色渣滓刮入蒸發皿中, 加 HCl (6N) 2c.c. 及濃硝酸 2 滴 (勿多於 2 滴), 並稍加熱使之完全溶解, 用水 10c.c. 稀釋後, 通入 H_2S 或加 H_2S 之溶液, 苟有 Sb_2S_5 之橙色沉澱析出, 即為 Sb 存在之明證 (10-12)。

*C “過量電壓” 氫在各種金屬表面上之電位如下:

金屬表面	$E^\circ_{(\text{H})}$	$E^\circ_{(\text{A})}$	$E^\circ_{(\text{H})}$ 乃以氫電極之電位為標準之電位, $E^\circ_{(\text{A})}$ 為絕對電位, 電位之符號, 各種教科書不同, 有用完全相反之符號者, 讀者應詳加比較, 始能融會貫通。由鉑黑上 H_2 之電位 [$E^\circ_{(\text{H})} = 0.000, E^\circ_{(\text{A})} = -0.277$] 減去各金屬表面上 H_2 之電位, 即得 H_2 在各該金屬表面上之“過量電壓”。 H_2 在電化順序中所佔之位
Hg	+0.787	+0.51	
Zn	+0.707	+0.43	
Pb	+0.647	+0.37	
Sn	+0.557	+0.28	
Cu	+0.237	-0.04	
Ni	+0.217	-0.06	
Ag	+0.157	-0.12	

Pt	+0.097	-0.18	置,因亦較原有位置為高.
Fe	+0.087	-0.19	
鉑黑	0.000	-0.277	

置 $\text{HCl}(3\text{N})50\text{c.c.}$ 於小燒杯中,投入淨潔之金屬鋅一片,注意其隨即起化代反應而放出氫氣,取出鋅片,以金屬汞擦之,使之汞齊化 (amalgamated), 仍投入酸中,察其有無變化⁽¹³⁾. 注意汞齊化後之鋅,仍與酸接觸,此時如有氫氣逸出,必發生於汞之表面上;但在汞之表面上,則氫之電位,固已較高於鋅矣.

吾人如以其他金屬—— H_2 在其表面上電位較低於鋅之金屬——與此汞齊化之鋅接觸,則鋅化代氫之反應,或仍可進行⁽¹⁴⁾. 投入明亮之鐵絲,使與汞齊化之汞接觸,察其有無氫氣發生,取出鐵絲,投入鉛絲一根,使與汞齊化之鋅接觸,察其有無氫氣發生,並比較其速度⁽¹⁵⁾.

問 題

- (1) 檢驗之方法與結果:
- (2) 電子方程式
- (3) 二試管中有灰色羽狀之金屬錫析出否?
- (4) 解釋(不論有無金屬錫析出,均需一一詳加詮釋):
- (5) 檢驗之方法與結果:

(6) 解釋:

(7) 所得之沉澱為何? 依據實驗 A 所得之結果,此沉澱中有金屬錫存在之可能否?

(8) 沉澱有溶解之徵象否(有無氫氣逸出)?

(9) 結果:

(10) 錫為鐵化代而出,錫則否,何故?

(11) 以 HCl(濃)處理沉澱時, Sb 何以不溶解?

(12) Sb 之溶解於王水中,是否為化代反應? 試解釋之。

(13) 汞齊化後有氫氣發生否?

解釋:

(14) 如欲達到此項目的(使化代氫之反應繼續進行),鐵與鉛孰佳?

(15) 結果(與 14 符合否?):

普通化學實驗

(53)

電化學(下) — 電極上之反應

Electrochemistry - Part II

Electrode Reactions

提要: 本實驗舉示(1)電解時各電極上所得之產物,藉以例解電化反應之氧化與還原 (electrochemical oxidation and reduction), (2)電池端鈕之辨認方法。

應用之試劑:

固體: 石蕊試紙

溶液: FeCl_3 FeSO_4 $\text{K}_3\text{Fe}(\text{CN})_6$ NaCl $\text{K}_4\text{Fe}(\text{CN})_6$

應用之儀器用品: U形管 軟木塞二(側面截一狹縫,中間插入電極,參閱次頁附註) 蓄電池 銅極 電線

姓名.....

學程及組別.....

試桌號數.....

試驗日期.....

實驗〔·〕電化學(下)一電極上之反應

A 電極上之產物 (a) 取一U形管,注入稀鹽酸(約1N),插入鉑極(platinum electrode),用8伏特之直流電使之電解(註一)。注意一端逸出之氯氣⁽¹⁻²⁾。隔五分鐘後,除去他端之鉑極,迅即以燃着之火柴,試驗該處集積之氣體⁽³⁻⁴⁾。

(b) 再作上項試驗,惟以銅極接連電池之(+)端鈕,仍以鉑極或碳極接連(-)端鈕,注意銅極上有無氯氣逸出⁽⁵⁾。十分鐘後用玻管吸取銅極附近之溶液少許,置於試管中,注入過量之 NH_4OH ⁽⁶⁾。

(c) 同樣用鉑極令稀硫酸(約1N)電解約5-10分鐘,然後辨認二鉑極附近逸出之氣體⁽⁷⁾。

(d) 同樣用鉑極令 FeCl_3 溶液電解約5-10分鐘,然後取出二電極附近之溶液少許,滴入 $\text{K}_4\text{Fe}(\text{CN})_6$,以檢驗 Fe^{++} 之存在與否⁽⁸⁻⁹⁾。

(e) 再同樣令臨時製備之 FeSO_4 溶液電解約5-10分鐘,然後取出二電極附近之溶液少許,滴入 $\text{K}_4\text{Fe}(\text{CN})_6$,以檢驗 Fe^{+++} 之存在與否⁽¹⁰⁻¹¹⁾。

B 電池(+)(-)端鈕之辨認 電池或直流電源集積過剩電子之端鈕為(-),電子不足之端鈕為(+),故與(+)接連之電線,引入任何溶液中,必為陽極,發生氧化作用,反之與(-)端鈕接連者必為陰極,發生還原作用。

(a) 取紅色石蕊試紙一條,以 NaCl 溶液潤溼之,取電線二根,與電池之端鈕接連,將二線端觸及此潤溼之試紙(二線端相距約1cm.),察其發生何項變化⁽¹²⁻¹³⁾。

(b) 取 FeCl_3 及 $\text{K}_3\text{Fe}(\text{CN})_6$ 溶液各1c.c.而混和之,以此混合液潤溼濾紙一條,依前法檢定電池之端鈕⁽¹⁴⁻¹⁵⁾。

(註一) 本實驗所用之鉑極,均可代以碳極(石墨電極)。將電極插入橡皮塞或軟木塞,塞之側面,割截一條小縫,俾插入U形管後,電極上之氣體產物得自由逸出。

問 題

- (1) 試作一電子方程式,以示氯游子釋去電荷而成氯氣.
- (2) 此變化為氧化抑為還原? 該處電極為陽極抑為陰極?
- (3) 結果與電子方程式:
- (4) 此變化為氧化抑為還原? 該處電極為陽極抑為陰極?
- (5) 結果與解釋:
- (6) 檢驗之結果:
電子方程式:
- (7) 檢驗之結果:
電子方程式:
(陽極)——

(陰極)——

(8) 檢驗之結果:

在何電極之附近生成 Fe^{++} 游子?

(9) 電子方程式:

(10) 檢驗之結果:

在何電極之附近生成 Fe^{+++} 游子?

(11) 電子方程式:

(12) 試紙之顏色起何項變化?

(13) 使試紙變色之一端為(+)抑為(-)?

解釋:

(14) 濾紙之顏色若何? 該端為(+)抑為(-)?

(15) 解釋:

普通化學實驗

(54)

鹼金屬(上)一鹽類之製取

The Alkali Metals-Part I

Preparation of Their Salts

提要： 碳酸氫鈉在水中不易溶解(僅微溶於水),在近乎飽和之食鹽溶液中,溶解更難。故 $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ 溶液中通入過量之 CO_2 即得 NH_4HCO_3 , NH_4HCO_3 與 NaCl 起複分解反應,即有 NaHCO_3 析出。 NaHCO_3 加熱即得 Na_2CO_3 ,此即Solvay製鹼法之原理也。本實驗除作Solvay製鹼法之嘗試外,更藉純硝酸鉀之製取,以例解分步結晶(fractional crystallization)之原理。

應用之試劑:

固體: 碳酸銨 氯化鈉 氯化鉀 硝酸鈉

應用之儀器用品: 燒杯 燒瓶(250c.c.) 二孔橡皮塞或軟木塞
導氣管(插入燒瓶中) Kipp發生器(CO_2)
玻棒(粗細以能插入瓶塞之另一孔爲度)
抽氣過濾裝置 蒸發皿 熱水鍋

姓名.....

學程及組別.....

試桌號數.....

試驗日期.....

實驗〔 〕 鹼金屬(上) — 鹽類之製取

A Solvay 製鹼法 取粉末狀之碳酸銨 $[(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3]$ 20gm. 與氯化鈉 (NaCl) 35gm., 溶於 100c.c. 之水中, 加以強烈震搖, 務使此溶液對於 NaCl 達飽和狀態, 但勿沸煮之. 用傾泌法將此溶液傾入—250c.c. 大小之燒瓶中, 配裝一瓶塞 (橡皮塞與軟木塞均可, 惟需有二孔). 一孔中插入導氣管, 然後與二氧化碳發生器接連 (用 Kipp 發生器或其他適宜裝置, 惟發生之二氧化碳必須令其通過洗瓶, 用少量之水洗淨之). 通入二氧化碳數分鐘, 驅出燒瓶中之空氣後, 用玻棒塞住瓶塞上之第二孔, 繼續通入二氧化碳 (約數小時), 直至沉澱幾近完全; 或竟將全部裝置移至換氣櫥中, 或不妨害他人工作之試桌上, 任其繼續反應至下次實驗時亦無不可⁽¹⁻²⁾.

應用抽氣過濾裝置, 濾出所得之沉澱, 每次用冰水 (ice water) 15c.c., 使沉澱洗滌數次, 並每次使之吸乾, 然後將沉澱移入蒸發皿中, 令其自行乾燥. 取乾燥後之沉澱少許, 檢驗其中或有之雜質⁽³⁻⁵⁾. 另取一部分使之加熱, 察其是否有二氧化碳逸出⁽⁶⁻⁸⁾.

B 分步結晶法 取氯化鉀 (KCl) 與硝酸鈉 (NaNO_3) 各 10gm. 而混和之, 徐徐加水, 令其在 60°C . 時恰好完全溶解. 在此溶液中, KCl 與 NaNO_3 之反應, 勢成平衡:



但生成物中之 NaCl , 在該溫度時, 已達飽和狀態. 置於熱水鍋上蒸發之, 令溶液之體積, 濃縮至一半. 此時析出之沉澱, 幾盡為 NaCl (全量之半). 趁熱時泌出上層之清澈溶液, 置於自來水龍頭下冷卻之. 此時析出之沉澱為 KNO_3 (大半析出). 濾出所得之 KNO_3 , 復用冰水洗滌三次, 每次用 3c.c. 此時所得者應為純粹之硝酸鉀, 試設法檢驗其中有無 NaCl 混跡其間⁽⁹⁻¹³⁾.

問 題

- (1) Solvay 製鹼法之反應式:
- (2) 由食鹽 35gm., 可得 NaHCO_3 若干 gm.?
- (3) 爲何用冰水洗滌之?
- (4) 所得之 NaHCO_3 中, 有含何項雜質之可能?
- (5) 檢驗之方法與結果:
- (6) NaHCO_3 加熱後起何變化?
方程式: .
- (7) 等量之碳酸鈉正鹽與酸性碳酸鹽相較, 用於滅火機中, 效力孰大?

解釋:

- (8) 酸性碳酸鉀可用 Solvay 法製取否? 何故?
- (9) 爲何用冰水洗滌之?
- (10) KNO_3 中有 NaCl 混跡其間否?
- (11) 試參閱教科書,繪具此反應中所涉及四種鹽類之溶度線,貼於此處:
- (12) KNO_3 沉澱時,應否有 NaCl 析出 (參閱溶度線)?
- (13) KNO_3 之用途:

普通化學實驗

(55)

鹼金屬(下)一鹽類之檢驗反應

The Alkali Metals-Part II

Reactions of Their Salts

提要: 本實驗舉述鹼金屬鹽類之分析檢驗法:(1)焰色檢驗 (flame test), (2)化學檢驗 (chemical tests). 鹼金屬包括鋰(Li),鈉(Na)鉀(K),銣(Rb)及銫(Cs). 但吾人通常僅指鉀與鈉,蓋其餘三種金屬之鹽類,既不常見,亦不若鉀鹽與鈉鹽之重要也. 銨游子 (NH_4^+) 之化性,頗與鉀游子 (K^+) 及鈉游子 (Na^+) 相似,故在分析化學上,銨游子亦納入鹼金屬一類

應用之試劑:

固體:	氯化鉀(或任何鉀鹽)	鈉鹽	銨鹽
溶液:	KNO_3	$\text{NaHC}_4\text{H}_4\text{O}_6$	乙醇
	NaNO_3	KOH	$\text{K}_2\text{H}_2\text{Sb}_2\text{O}_7$
	HClO_4		醋酸鈾鹽鎂試劑

應用之儀器用品: 鉑絲或鎳鉻合金絲(固封於玻管之一端)
鈷玻片 試管 玻棒

姓名.....

學程及組別.....

試桌號數.....

試驗日期.....

實驗〔 〕 鹼金屬(下) — 鹽類之檢驗反應

A 焰色檢驗 向用品室借取鉑絲或鎳鉻合金絲 (nichrome wire), 固封於玻管之一端, 置於本生燈火焰之最熱部分燃燒, 直至鉑絲之上端, 呈完全無色之火焰, 每次作焰色檢驗時, 必依此法預將鉑絲上之雜質燃去(註一)。

將熱鉑絲蘸取氯化鉀或其他鉀鹽之粉末少許, 置於本生火焰(無色火焰)之外緣, 察其所呈之顏色, 再作試驗一次, 隔藍色玻璃(即鈷玻片, cobalt glass)二片, 視察所呈火焰之顏色, 同樣作鈉鹽(任何鈉鹽)之焰色檢驗二次, 一次隔鈷玻片視察, 一次直接視察所呈火焰之顏色, 將鉀鹽與鈉鹽之粉末混和後, 視察其所呈火焰之顏色, 再隔鈷玻片視察此混合粉末所呈火焰之顏色⁽¹⁻²⁾。

取任何鉍鹽作焰色檢驗, 察其火焰有無顏色⁽³⁾。

B 化學檢驗 (a) 取 KNO_3 溶液 5c.c., 加 NaAc 溶液 1c.c. 及 $\text{NaHC}_4\text{H}_4\text{O}_6$ (酒石酸氫鈉) 溶液或酒石酸溶液 5c.c., 混和後察其有無沉澱析出⁽⁴⁾。如無沉澱析出, 可用玻棒刮擦試管之管壁。

(b) 取 KNO_3 溶液 5c.c., 加等體積之乙醇後, 注入 HClO_4 溶液數滴⁽⁵⁾。

(c) 取 KNO_3 溶液 5c.c., 加鈷亞硝酸鈉 [sodium cobaltinitrite, $\text{Na}_3\text{Co}(\text{NO}_2)_6$] 溶液數滴, 搖和後注意有無沉澱析出⁽⁶⁾。

(d) 用任何鉍鹽溶液以代 KNO_3 , 重複上述各項試驗(a-c)⁽⁷⁾。鉍鹽之檢驗反應見實驗(33, C)。注意在上述各反應中, 鉀鹽與鉍鹽幾盡相同, 故檢驗鉀鹽之前, 必須先加熱除去鉍鹽。

(e) 用任何鈉鹽溶液, 重作試驗(a)與(b)⁽⁸⁾。

(f) 取 NaNO_3 溶液 2c.c., 加 KOH 數滴後復加等體積之酸性焦銻酸鉀溶液 (potassium acid pyroantimonate, $\text{K}_2\text{H}_2\text{Sb}_2\text{O}_7$)。靜置一旁, 至少半小時後(俟下次實驗尤佳), 察其有無沉澱析出⁽⁹⁾。以玻棒刮擦試管之管壁, 則沉澱析出較

易。

*(g) 取 NaNO_3 溶液5c.c.,加乙醇1c.c.及醋酸鈾鹽鎂試劑[magnesium-uranyl acetate, (註二)] 5c.c. 混和後加塞震搖之,任其靜置一旁(至少五分鐘),如有 $\text{NaMg}(\text{UO}_2)_3\text{Ac}_9 \cdot 6\frac{1}{2}\text{H}_2\text{O}$ 之黃色沉澱析出,即為 Na^+ 存在之明證。

(註一) 鉑絲上之雜質,可浸入濃鹽酸後置於火焰上燃去之。如仍不能得無色火焰,可以熱鉑絲蘸取 KHSO_4 固體少許,伸入火焰中使熔成 $\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_7$ 。雜質溶於 $\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_7$ 中後即不難除去之矣。餘下之 $\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_7$,可隨即用水洗去。如再浸入濃鹽酸而燒之,即不難得無色之火焰矣。

(註二) 醋酸鈾鹽鎂試劑之製備法如下:取醋酸鎂($\text{MgAc}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$) 33gm., 醋酸鈾鹽($\text{UO}_2\text{Ac}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) 10gm., 99.5%之醋酸12gm., 溶於水中使成100c.c.之溶液。靜置一二日後過濾之即得。鉀鹽與鈉鹽如同時存在,可用醋酸鈾鹽鈷(cobalt-uranyl acetate)以代醋酸鈾鹽鎂,結果較佳。參閱美國化學會雜誌J. Am. Chem. Soc., 51, 1965(1929)。

問 題

(1)

	火 焰 之 顏 色	
	直 視	隔 鈷 玻 片
鉀 鹽		
鈉 鹽		
鉀 鹽 + 鈉 鹽		

(2) 鉀鹽與鈉鹽混在一起時,應如何藉焰色檢驗辨認之?

(3) 鉍鹽加熱後之變化若何? 呈特殊之顏色否?

(4) 結果與游子方程式:

(5) 結果與游子方程式:

(6) 結果與游子方程式:

(7) 結果與游子方程式:

(a) 加 $\text{NaHC}_4\text{H}_4\text{O}_6$:

(b) 加 HClO_4 :

(c) 加 $\text{Na}_3\text{Co}(\text{NO}_2)_6$:

(8) 結果: (a) 加 $\text{NaHC}_4\text{H}_4\text{O}_6$.

(b) 加 HClO_4 :

(9) 結果與游子方程式:

(10) 鹼金屬 (K^+ , Na^+ , NH_4^+) 混在一起時, 應如何加以分析辨認?

普通化學實驗

(56)

鹼土金屬之鹽類

Salts of Alkaline Earth Metals

提要： 鹼土金屬包括鈹(Be)、鎂(Mg)、鈣(Ca)、鐳(Sr)、鋇(Ba)及鐳(Ra)六元素，但其中以鎂、鈣、鐳及鋇之化合物，較為普遍而重要，故在分析化學上所稱之鹼土金屬組，僅指此四種金屬之游子而言，本實驗舉示此四種金屬鹽類之(1)焰色檢驗，(2)化學檢驗。

應用之試劑：

固體： 氯化鈣 氯化鋇 氯化鐳 氯化鎂

溶液： BaCl₂ CaCl₂ SrCl₂ MgCl₂ NH₄Cl (NH₄)₂CO₃

(NH₄)₂C₂O₄ HAc Na₂HPO₄ K₂CrO₄ CaSO₄(飽和，

清澈) SrSO₄(同上) 對硝基苯偶氮樹脂酚試劑

應用之儀器用品： 試管 濾紙 漏斗 鉑絲或鎳鉻合金絲(固封於玻管之一端)

姓名.....

學程及組別.....

試桌號數.....

試驗日期.....

實驗〔 〕 鹼土金屬之鹽類

A 焰色檢驗 取氯化鈣、氯化鋇及氯化鎂研細之後，分別作焰色檢驗⁽¹⁾。取氯化鎂作同樣試驗，察其火焰有無顏色⁽¹⁾。

B 鈣鹽、鋇鹽及鎂鹽之化學反應 (a) 取 CaCl_2 溶液 5c.c.，加碳酸銨 $[(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3]$ 溶液 3-5c.c.⁽²⁾。過濾後分別以 HCl 及 HAc 處理濾紙上之沉澱⁽³⁻⁴⁾。濾液中加乙二酸銨溶液 $[(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4]$ ，察其有無沉澱析出⁽⁵⁾。

(b) 取 CaCl_2 溶液 5c.c.，加稀硫酸 5c.c.⁽⁶⁻⁷⁾。

(c) 取 $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ 、 $(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4$ 及 H_2SO_4 (6N) 各 5c.c.，分置於三試管中。加 SrCl_2 溶液於各試管，注意所得之結果⁽⁸⁾。

(d) 用 BaCl_2 代 SrCl_2 ，重作上項試驗(c)⁽⁹⁾。

(e) 取 SrCl_2 溶液 5c.c.，加 CaSO_4 之清澈飽和溶液。靜置一旁，片刻後察其有無沉澱析出⁽¹⁰⁾。取 BaCl_2 溶液 5c.c.，加清澈之 SrSO_4 飽和溶液⁽¹¹⁻¹²⁾。

(f) 以鉀鉻酸鉀溶液 (K_2CrO_4)，加過 HAc 酸化後之 K_2CrO_4 ，及加過 HCl 酸化後之 K_2CrO_4 ，分別試驗 (i) BaCl_2 溶液；(ii) SrCl_2 溶液；(iii) CaCl_2 溶液。將所得之結果填註表中⁽¹³⁾。

C 鎂鹽之化學反應 (a) 取 MgCl_2 溶液 10c.c.，分盛於三試管中。第一試管中加稀 NaOH ⁽¹⁴⁾；第二試管中加 $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ 溶液⁽¹⁵⁾；第三試管中先加過量之 NH_4Cl 溶液後，再加 $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ 溶液⁽¹⁶⁾。

(b) 取 MgCl_2 或 MgSO_4 溶液 1c.c.，加 NH_4OH 數滴， NH_4Cl 溶液 1c.c.，最後注入磷酸氫二鈉 (Na_2HPO_4) 之溶液 1c.c.，混和後靜置片刻，察其有無沉澱析出⁽¹⁷⁾。

*(c) 取 MgCl_2 溶液 1c.c.，注入對硝基苯偶氮樹脂酚 (亦稱對硝基苯偶氮間苯二酚，p-nitrobenzeneazoresorcinol) 試劑一滴 (註一)，再加稀 NaOH 使呈鹼性⁽¹⁸⁾。

(註一) 此法詳見美國化學會雜誌 J. Am. Chem. Soc., 51, 1456(1929). 所用之試劑為對硝基苯偶氮樹脂酚溶於1% NaOH中之0.5%溶液. 鎳與鈷雖亦同樣能生成天藍色沉澱,但實際上作化學分析時,鎳與鈷二者固早已除去矣.

問 題

- (1) 焰色檢驗之結果: (i) CaCl_2 或任何鈣鹽:
 (ii) SrCl_2 或任何銻鹽:
 (iii) BaCl_2 或任何鋇鹽:
 (iv) MgCl_2 或任何鎂鹽:

(2) 結果與方程式:

(3) 加 HAc 後沉澱是否溶解? 加 HCl 後沉澱是否溶解?

(4) 解釋:

(5) 結果與方程式:

(6) 結果:

(7) 試比較乙二酸鈣、硫酸鈣及碳酸鈣之溶解度,依次排列於下:

(8) 結果 方程式

(i) 加 $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$:

(ii) 加 $(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4$:

(iii) 加 H_2SO_4 :

(9) 結果 方程式

(i) 加 $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$:

(ii) 加 $(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4$:

(iii) 加 H_2SO_4 :

(10) 結果與方程式:

(11) 結果與方程式:

(12) 試比較 BaSO_4 , CaSO_4 及 SrSO_4 之溶解度,並藉以解釋結果(10)與(11).

(13)

	(i) BaCl_2	(ii) SrCl_2	(iii) CaCl_2
K_2CrO_4			
$\text{K}_2\text{CrO}_4 + \text{HAc}$			
$\text{K}_2\text{CrO}_4 + \text{HCl}$			

方程式(析出沉澱者):

(14) 結果與方程式:

(15) 結果與方程式:

(16) 結果與解釋:

(17) 結果與方程式:

*(18) 結果:

普通化學實驗

(57)

測求水之硬性

Testing the Hardness of Water

提要： 從略。

應用之試劑： (a) CaCl_2 標準溶液——溶純碳酸鈣 (CaCO_3) 0.2gm. 於少量之稀鹽酸，然後蒸發至乾，加少量蒸餾水，再蒸發至乾，如是蒸發三四次，使多餘之 HCl 除盡，然後溶於少量之蒸餾水中，並稀釋至 1000c.c. 如是製成之溶液，1c.c. \approx 0.0002gm. CaCO_3 ，即 200p.p.m. CaCO_3 。

(b) 肥皂溶液——溶上等肥皂 100gm. 於 1l. 之 80% 乙醇中，任其靜置數日，應用時取此溶液 75-100c.c.，用 70% 乙醇稀釋至 1l. 瓶貼上應標明每 1000c.c. 中含肥皂若干 gm.

(c) Na_2CO_3 - NaOH 試劑——取 $\text{N}/10$ Na_2CO_3 與 $\text{N}/10$ NaOH 各 1l. 混和之即成，此溶液之濃度，應隨時用 $\text{N}/10$ 之酸溶液滴定之(用甲基橙為指示劑)。

(d) 其他—— $\text{N}/50$ HCl ，甲基橙。

應用之儀器用品： 吸量管 玻塞瓶(500c.c.) 滴定管(連管夾)
量筒 錐形燒瓶 量瓶(200c.c.)

姓名.....

學程及組別.....

試桌號數.....

試驗日期.....

實驗 [] 測求水之硬度

A 肥皂溶液濃度之測定 用吸量管量取 CaCl_2 標準溶液 20c.c., 置於一500c.c.大小之玻塞瓶中, 注入臨時沸煮而冷卻後之蒸餾水 30c.c. 稀釋之, 將肥皂溶液裝入滴定管, 記取其最初液面後, 徐徐滴入瓶中, 每次加 0.2-0.3c.c., 即加上玻塞, 用力搖動此瓶, 直至水面滿佈肥皂泡沫(瓶橫置桌上), 無間斷消散之象, 達五分鐘之久, 然後記取肥皂溶液之用量⁽¹⁾. 由 CaCl_2 溶液之濃度 [若干 p.p.m. CaCO_3 , (註一)], 即可求算肥皂溶液之濃度為若干 p.p.m. CaCO_3 ⁽²⁾.

B 總硬度(total hardness) 傾去瓶中之溶液, 洗淨後復以蒸餾水漂洗一二次, 裝入自來水或硬水試樣 100c.c., 依上法用肥皂溶液滴定之. 硬水試樣每 100cc., 肥皂溶液之用量, 不得超過 14c.c. 如已超出此比率, 則必須減少硬水試樣之用量, 而以臨時沸煮而冷卻後之蒸餾水稀釋至 100c.c. 由肥皂溶液之用量⁽¹⁾ 及其濃度, 即可求算此水之總硬度為若干 p.p.m. CaCO_3 ⁽³⁾.

C 暫時硬度及永久硬度(temporary and permanent hardness)

取硬水試樣 100c.c., 沸煮半小時, 冷卻後用臨時沸煮而冷卻後之蒸餾水稀釋至 100c.c., 然後依上法用肥皂溶液滴定之. 由肥皂溶液之用量⁽¹⁾ 及其濃度, 即可求算此水之永久硬度⁽⁴⁻⁶⁾. 由總硬度減去永久硬度, 即得此水之暫時硬度⁽⁷⁾.

D 測求硬度之又一法 (a) 取硬水試樣 100c.c., 加甲基橙 2-3 滴, 然後用 HCl 之 N/50 溶液滴定之. 由 N/50 HCl 之用量(吾人僅用硬水 100c.c., 故 HCl 之用量, 應以 10 乘之), 即可求算此水之總鹼度 (total alkalinity) 合若干 p.p.m. CaCO_3 ⁽⁸⁻⁹⁾. 水之總鹼度亦即該水之暫時硬度(與肥皂滴定法求得之結果稍異), 惟此法較肥皂滴定法更為簡易而準確耳.

(b) 取硬水試樣 200c.c., 置於錐形燒瓶中, 沸煮 10 分鐘, 加 $\text{Na}_2\text{CO}_3 - \text{NaOH}$ 之 N/10 試劑 25c.c., 然後再使濃縮至 125c.c. 冷卻後注入 200c.c. 大小之量瓶中,

用蒸餾水稀釋至 200c.c. 而搖和之。過濾所得之溶液(用最初 20-30c.c. 之濾液, 漂洗燒瓶等), 量取濾液 50c.c., 加甲基橙 2-3 滴, 復以 N/50 HCl 滴定之(假定 HCl 之用量為 n)⁽⁸⁾。

注 Na₂CO₃-NaOH 之 N/10 試劑 25c.c. 於量瓶中, 用蒸餾水稀釋至 200c.c., 亦如上法量取 50c.c. 而以 N/50 HCl 滴定之(假定 HCl 之用量為 S)⁽⁸⁾。此水之永久硬性即為

$$(S-n) \times 20 \dots \dots \dots \text{p. p. m. CaCO}_3^{(10-12)}$$

(註一) 水之硬性, 以 p. p. m. CaCO₃ 標記之。假定水之硬性為 100 p. p. m. CaCO₃, 意即該水之硬性, 與每 1,000,000 gm. 純水中含 CaCO₃ 100 gm. 時之硬性相等。p. p. m. 係英文 parts per million 之縮寫。因此本實驗所用之肥皂溶液及 CaCl₂ 溶液, 其濃度均以 p. p. m. CaCO₃ 標記之。

問 題

(1)		(A) CaCl ₂ 溶液	(B) 硬水試樣	(C) 沸煮後之硬水試樣
	肥皂溶液之最後液面			
	最初液面			
	肥皂溶液之用量	c.c.	c.c.	c.c.

- (2) CaCl₂ 標準溶液之濃度 (p.p.m. CaCO₃).....
 故肥皂溶液之濃度 (p.p.m. CaCO₃) 為

算式:

- (3) 水之總硬性:

- (4) 何謂永久硬性? 暫時硬性?

(5) 使硬水試樣沸煮對於其硬性之影響若何?

(6) 此水之永久硬性為:

(7) 此水之暫時硬性為:

(8)

	(a) 硬水試樣	(b) 硬水試樣 + Na ₂ CO ₃ -NaOH試劑	(c) Na ₂ CO ₃ -NaOH試劑
N/50HCl之最後液面			
最初液面			
N/50 HCl之用量	c.c.	n= c.c.	S= c.c.

(9) 此水之總鹼度(暫時硬性): [注意 N/50 HCl之用量(c.c.數)乘10,即得其總鹼度(p.p.m.CaCO₃),何故?]

(10) 此水之永久硬性 = (S-n) × 20

=

(11) 結果(9)與(10)相加,即得此水之總硬性. 與結果(3)比較若何?

(12) 依據肥皂溶液滴定之結果(1,B),此水每1000c.c.需耗費肥皂若干gm.(瓶貼上標明每1000c.c.溶液中含肥皂若干gm.)? 每10加侖之水需耗費肥皂若干磅?

普通化學實驗

(58)

鋁及鋁鹽

Aluminum and Its Salts

提要： 本實驗舉示(1)含水氧化鋁之兩性反應(amphoteric),(2)金屬鋁之化學反應,(3)鋁鹽之化學反應。兩性的物質游離時 H^+ 與 OH^- 游子俱備,故既具酸性,又具鹼性。兩性的物質頗多,含水氧化鋁乃其顯著之一例耳。

應用之試劑:

固體: 鋁片

溶液: $Al(NO_3)_3$ NH_4Cl $ZnSO_4$ $Co(NO_3)_2$ Na_2CO_3

$(NH_4)_2S$ $NH_4Ac(3N)$ $(NH_4)_2CO_3$ “Aluminon”試劑

應用之儀器用品: 試管 濾紙 漏斗

姓名.....

學程及組別.....

試桌號數.....

試驗日期.....

實驗〔 〕 鋁 及 鋁 鹽

A 含水氧化鋁(即氫氧化鋁)之兩性反應 取 $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$ 溶液5c.c.,徐徐滴入稀 NaOH ,同時加以攪拌,直至紅色石蕊試紙恰好變為藍色⁽¹⁾.將此混合液分盛於二試管中,第一試管中加過量之 NaOH ⁽²⁾,再加 NH_4Cl 溶液而沸煮之⁽³⁾.第二試管中加過量之稀鹽酸⁽⁴⁾,再加 NH_4OH (過量)⁽⁵⁾.

B 金屬鋁之化學反應 取金屬鋁一小片,投入 NaOH 溶液中⁽⁶⁻⁷⁾.俟反應停止後,傾出溶液少許,用稀鹽酸中和之(但切勿過多)⁽⁸⁾.另取金屬鋁一小片,投入稀鹽酸中⁽⁹⁾,過濾後,於濾液中加過量之 NH_4OH ⁽¹⁰⁾.

C 鋁鹽之化學反應 (a) 取 $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$ 溶液3c.c.,徐徐注入過量之 NH_4OH ⁽¹¹⁾.用 ZnSO_4 溶液作同樣試驗,察其結果是否相同⁽¹²⁻¹³⁾.

(b) 將 $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$ 溶液中所得之沉澱收集於濾紙上(過濾),撕去濾紙上無沉澱之部分,將其餘捲於鉑絲上,以 $\text{Co}(\text{NO}_3)_2$ 溶液一滴使之潤溼後,置於火焰中灼燒之⁽¹⁴⁾.

(c) 於 $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$ 溶液中加 Na_2CO_3 溶液⁽¹⁵⁾.洗淨所得之沉澱(過濾),然後以任何酸處理之,察其是否有 CO_2 氣泡發生⁽¹⁶⁻¹⁷⁾.

(d) 於 $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$ 溶液中加 $(\text{NH}_4)_2\text{S}$ 溶液⁽¹⁸⁾.

(e) 取任何可溶性鋁鹽之溶液,加 NH_4OH 使析出 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 之膠體沉澱.如加 NH_4Cl 少許,則沉澱更為完全.使之過濾,以稀鹽酸3-5c.c.反覆傾注於濾紙上使沉澱溶解.於濾液中(註一)加 NH_4Ac 溶液(3N)5c.c.及“Aluminon”試劑之0.1%溶液5c.c.(註二).混和後靜置片刻,再加 NH_4OH 與 $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ 之混合液使呈鹼性,細察有無沉澱析出⁽¹⁹⁾.

(註一) 直接用鋁鹽之溶液亦可.但在通常分析程序中,恆先得 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 沉澱耳.

(註二) “Aluminon”係商業上所用之名稱,乃三羧基金黃色素(aurin tricarboxylic acid)之銨鹽也.以“Aluminon”檢鋁,非常靈敏,詳見美國化學會雜誌 J. Am. Chem. Soc., 47, 142(1925).

問 題

- (1) 結果與方程式:
- (2) 結果:
解釋[作一游子平衡的方程式以示 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 之兩性游離,然後藉以解釋加 NaOH 之影響]:
- (3) 結果與解釋:
- (4) 結果與解釋:
- (5) 結果與解釋:
- (6) 鋁片溶解否? 有氣泡發生否?
- (7) 方程式:
- (8) 結果與解釋:

(9) 有氣體發生否?

方程式:

(10) 結果與解釋:

(11) 結果與方程式:

(12) 結果:

(13) 鋁鹽與鋅鹽混在一起時如何得使之分離?

(14) 濾紙灼燒後呈何顏色?

方程式:

(15) 結果:

(16) 加酸後有氣泡發生否? 此沉澱是否為碳酸鋁?

(17) 此沉澱為何化合物?

方程式:

(18) 結果:

方程式(注意沉澱之顏色):

(19) 有沉澱析出否? 沉澱呈何顏色?

普通化學實驗

(59)

鐵鹽與亞鐵鹽

Ferric and Ferrous Salts

提要： 本實驗舉示(1)鐵鹽與亞鐵鹽之檢驗,(2)金屬鐵與酸之反應,(3)鐵鹽與亞鐵鹽之互相變易,(4)藍墨水之製造及其他。

應用之試劑：

固體： 鐵粉 黃銅片 鞣酸(單寧酸) 硫酸亞鐵銨
阿拉伯樹膠

溶液： FeSO_4 FeCl_3 $\text{K}_4\text{Fe}(\text{CN})_6$ $\text{K}_3\text{Fe}(\text{CN})_6$ KMnO_4
 $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ NH_4CNS $(\text{NH}_4)_2\text{S}$

應用之儀器用品： 試管 蒸發皿 濾紙 漏斗 小燒杯

姓名.....

學程及組別.....

試桌號數.....

試驗日期.....

實驗〔 〕 鐵鹽與亞鐵鹽

A 鐵鹽與亞鐵鹽之檢驗 (a) 取 FeSO_4 溶液 5c.c., 注入 NH_4OH 少許⁽¹⁾. 傾入蒸發皿中而攪拌之, 使與空氣接觸, 察其有無變化⁽²⁾. 另取 FeSO_4 溶液, 分別試以亞鐵氰化鉀溶液 [$\text{K}_4\text{Fe}(\text{CN})_6$], 鐵氰化鉀溶液 [$\text{K}_3\text{Fe}(\text{CN})_6$], 硫代氰酸鉍溶液 (NH_4CNS) 及硫化鉍溶液 [$(\text{NH}_4)_2\text{S}$], 細察各試管中所得之結果⁽³⁾.

(b) 取 FeCl_3 溶液作同樣試驗⁽⁴⁾.

B 金屬鐵與酸類之反應 (a) 取稀鹽酸 5-6c.c., 投入鐵粉約 1gm., 約 10-15 分鐘後, 稀釋所得之溶液而過濾之, 依上法檢驗濾液中含有 Fe^{+++} , 抑含有 Fe^{++} ⁽⁵⁻⁶⁾.

(b) 用稀硝酸以代稀鹽酸, 作同樣試驗, 並檢定所得者為鐵鹽, 抑為亞鐵鹽⁽⁷⁻⁸⁾.

C 鐵鹽與亞鐵鹽之互相變易 (a) 於 FeCl_3 溶液 10-15c.c. 中加鐵粉少許, 並煮沸片刻, 察其顏色起何變化⁽⁹⁾. 過濾後依上法檢驗濾液——檢驗鐵游子 (Fe^{+++}) 與亞鐵游子 (Fe^{++})⁽¹⁰⁻¹¹⁾.

(b) 於 FeSO_4 溶液 (5c.c.) 中滴入 KMnO_4 與稀硫酸之混合液, 直至溶液呈現淡紅色, 然後同樣作鐵游子與亞鐵游子之檢驗⁽¹²⁻¹³⁾.

D 其他 (a) 取黃銅 (brass) 一片, 用玻棒蘸取 FeCl_3 之濃溶液, 任意書寫一字於銅片上, 隔一二小時後, 洗淨銅片, 細察所得之結果並解釋之⁽¹⁴⁾. 注意黃銅係一種合金, 其主要成分為銅與鋅.

(b) 分別溶鞣酸 (即單寧酸, tannic acid) 1gm. 於 10c.c. 之熱水中, 溶硫酸亞鐵鉍 1gm. 於 5c.c. 之熱水中, 溶阿拉伯樹膠 (arabic gum) 0.05gm. 於 5c.c. 之熱水中, 俟各溶液冷卻後併合之即成“墨水” (普通所用之藍墨水中, 尚需加入一種藍色顏料). 用玻棒蘸取此墨水, 書寫一字於白紙上, 復取此墨水少許,

加 FeCl_3 溶液數滴,同樣書寫一字於白紙上,比較二字跡之色澤⁽¹⁵⁾。數小時後或下次實驗時,再比較二字跡之色澤⁽¹⁵⁻¹⁶⁾。用玻棒蘸取乙二酸(即草酸, $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$)溶液,滴於字跡之上,察其能否使字跡褪色⁽¹⁷⁾。

問 題

- (1) 結果與方程式:
- (2) 與空氣接觸後起何變化?
- (3) FeSO_4 中加, 結果 方程式
 - (a) $\text{K}_4\text{Fe}(\text{CN})_6$:
 - (b) $\text{K}_3\text{Fe}(\text{CN})_6$:
 - (c) NH_4CNS :
 - (d) $(\text{NH}_4)_2\text{S}$:
- (4) FeCl_3 中加, 結果 方程式
 - (a) NH_4OH :
 - (b) $\text{K}_4\text{Fe}(\text{CN})_6$:
 - (c) $\text{K}_3\text{Fe}(\text{CN})_6$:
 - (d) NH_4CNS :
 - (e) $(\text{NH}_4)_2\text{S}$:
- (5) 檢驗之方法與結果:
- (6) 試作一方程式以示鐵與稀鹽酸之反應。
- (7) 檢驗之方法與結果:

(8) 試作一方程式以示鐵與稀硝酸之反應。

(9) 溶液之顏色起何變化?

(10) 檢驗之結果:

(11) 方程式:

(12) 檢驗之結果:

(13) 方程式:

(14) 結果與解釋:

(15) 製成之墨水

加 FeCl₃ 後之墨水

字跡之顏色:

隔數小時後

字跡之顏色:

(16) 解釋:

(17) 結果與解釋:

普通化學實驗

(60)

金屬之腐蝕

Corrosion of Metals

提要： 金屬之銹化或腐蝕，實即該金屬之失去電子而變成游子，例如：



故愈易失去電子之金屬，或金屬在較易失去電子之條件下，腐蝕之進行亦愈速。本實驗即例解銅與鐵腐蝕時之情況。

應用之試劑：

固體： 鐵釘 銅片 鋅片 黃銅片 馬口鐵
白鐵 生石灰

溶液： H_2SO_4 (N/10) HNO_3 (N/10) CO_2 水溶液 $\text{K}_3\text{Fe}(\text{CN})_6$ (每
100c.c.之水中，溶入 $\text{K}_3\text{Fe}(\text{CN})_6$ 1gm. 及 NaCl 0.5 gm.) FeSO_4

應用之儀器用品： 試管 燒杯 橡皮塞(一孔，連管嘴) 軟木塞
濾紙

姓名.....

學程及組別.....

試桌號數.....

試驗日期.....

實驗〔 〕金屬之腐蝕

A 鐵之腐蝕 預備潔淨之試管七個。第一至第五試管中，各注入自來水 15c.c. 第一試管中投入一明亮之鐵釘。第二試管中置銅片於管底，復投入一鐵釘於此銅片之上。第三試管中置鋅片於管底，復投入一鐵釘於此鋅片之上。第四試管中投入一彎曲之鐵釘。第五試管中，投入一鐵釘後，加一單孔橡皮塞，插入一具微細尖端之管嘴，使管中之水加熱約 3-4 分鐘，令管內之空氣，完全為蒸汽驅出，然後執燈於手中，燃管嘴之尖端，使之熔化而封閉之。第六試管中注入 CO_2 之水溶液 15c.c.，並投入鐵釘一枚。第七試管中投入生石灰一小塊，上覆以棉花少許，復投入一鐵釘於棉花之上，然後加塞，令管中含有屏除 CO_2 之乾燥空氣。將各試管依次排列，靜置一旁，待下次實驗時，一一加以細察⁽¹⁻⁶⁾。

B 銅與銅齊之腐蝕 (a) 取銅與黃銅 (brass) 各一小片，分別浸入 NH_4OH 之稀溶液，任其曝露於空氣中。待下次實驗時加以觀察⁽⁷⁾。

(b) 同樣以銅片與黃銅片分別浸於 H_2SO_4 (N/10) 中，任其靜置一旁。數小時後，注入過量之 NH_4OH ，察其有無深藍色之 $\text{Cu}(\text{NH}_3)_4^{++}$ 生成，以測銅或黃銅之是否溶解⁽⁸⁾。

(c) 再作試驗 (b)，惟此次二試管均需加塞⁽⁹⁾。

(d) 同樣以銅片與黃銅片分別浸於 HNO_3 (N/10) 中，十分鐘後，注入過量之 NH_4OH ，以測銅或黃銅之是否溶解⁽¹⁰⁾。

(e) 浸黃銅一片於略具酸性之 FeSO_4 溶液中，待下次實驗時察其有無變化⁽¹¹⁾。

C 馬口鐵與白鐵之多孔性 取馬口鐵 (tin-plate) 及白鐵 (galvanized iron，即鍍鋅鐵) 各一方塊 (每邊約二吋)。另取濾紙兩張，以特製之 $\text{K}_3\text{Fe}(\text{CN})_6$ 溶液潤溼後，分別覆於馬口鐵及白鐵之上 (再以瓶壓於濾紙之上)。每隔十

五分鐘,以玻管蘸取該 $K_3Fe(CN)_6$ 溶液,令濾紙潤溼一次,但勿使之移動。一小時後細察 $K_3Fe(CN)_6$ 已否透過白鐵或馬口鐵之外面塗層而與底片之金屬鐵反應,以致濾紙上呈現“普魯士藍”之痕跡,俟濾紙乾後,剪取一方,分別註明後,貼於後頁⁽¹²⁻¹⁴⁾。

問 題

- (1) 何者腐蝕最甚,何者最微?
- (2) 解釋:
- (3) 解釋銅鐵力偶(couple)與鋅鐵力偶對於鐵之腐蝕所具影響之異同。
- (4) 鐵製鍋爐(boiler)中常投入鋅塊,有何效用?
- (5) 僅有水或空氣,能否使鐵進行腐蝕?
- (6) 彎曲或具機械應變(strain)之鐵釘,對於腐蝕之進行,有無相當關係,試解釋之。
- (7) 結果:

(8) 結果:

(9) 減少空氣後結果是否與前相同?

解釋:

(10) 結果與(8)相同否?

解釋:

(11) 結果與解釋:

(12) 結果(濾紙貼於此處):

(13) 何者為較佳之保護塗層? 如塗層之厚薄不同,此檢驗法是否可靠?

(14) 解釋:

普通化學實驗

(61)

鉻與錳之化合物

Compounds of Chromium and Manganese

提要： 鉻在分析化學上，與鋁同屬一組，故其氫氧化物亦具兩性反應，與含水氧化鋁相同（實驗 59）。吾人已知重鉻酸鹽與高錳酸鹽均為強烈氧化劑，蓋鉻與錳均為多價元素，其高價化合物頗易獲取電子而還原（在酸性溶液中尤易）。鉻與錳之原子價變易時，溶液之顏色亦隨之發生顯著變化。

應用之試劑：

固體： 過氧化鈉 氫氧化鉀 氯酸鉀 二氧化錳

溶液： $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3$ $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ K_2CrO_4 KMnO_4 MnSO_4

$\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ BaCl_2 HAc 乙醇

應用之儀器用品： 試管 蒸發皿 鐵製坩堝 濾紙 漏斗

姓名.....

學程及組別.....

試桌號數.....

試驗日期.....

實驗〔 〕 鉻與錳之化合物

A 氫氧化鉻之兩性反應 取 $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3$ 溶液 5c.c., 徐徐注入 NaOH 之稀溶液少許⁽¹⁾. 將此混合液分盛二試管, 第一試管中注入過量之 NaOH ⁽²⁾. 第二試管中注入過量之 HCl ⁽²⁾.

B 鉻之原子價的變易 取 $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3$ 溶液 5c.c., 注入 NH_4OH 少許而沸熱之⁽⁴⁾. 傾入小型蒸發皿中, 加過氧化鈉 (Na_2O_2) 少許 (約 1gm.), 並加熱至沸, 注意其顏色之變化⁽⁵⁻⁷⁾. 過氧化鈉具強烈之侵蝕性, 且易引火, 故切勿任其遺留於試桌或天平上.

取 $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 溶液 2c.c., 加等體積之稀硫酸後, 通入 H_2S . 注意沉澱之顏色及溶液顏色之變化⁽⁸⁻¹⁰⁾.

C 鉻酸鹽與重鉻酸鹽之關係 於 K_2CrO_4 溶液中, 注入稀硫酸少許. 於 $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 溶液中, 注入 KOH 或 NaOH 之稀溶液少許, 注意二試管中溶液之顏色, 起何變化⁽¹¹⁻¹⁵⁾. 分別加 $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ 溶液於 K_2CrO_4 及 $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 溶液中, 察其結果是否相同⁽¹⁶⁾; 分別加 BaCl_2 溶液於 K_2CrO_4 及 $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 溶液中, 察其結果是否相同⁽¹⁷⁾.

D 錳之原子價的變易 取 MnSO_4 溶液 5c.c., 加熱後注入 NaOH , 使呈鹼性⁽¹⁸⁾. 傾入蒸發皿中, 加以攪拌, 使與空氣接觸, 注意沉澱之顏色⁽¹⁹⁾.

取 KOH 2gm., KClO_3 1 gm., 混和後置於鐵製坩堝中, 加熱使之熔化, 然後徐徐加入 MnO_2 約 1gm., 用粗鐵絲或銼刀加以攪拌, 直至不復有氣體放出始止. 冷卻後注入水少許, 使之溶解, 濾去不溶解部分, 細察濾液之顏色⁽²⁰⁻²³⁾

取一部分濾液稀釋後, 通入二氧化碳氣, 或徐徐注入 HAc , 直至溶液之顏色發生顯著之變化⁽²⁴⁻²⁶⁾.

E 高錳酸鹽之氧化作用 取 KMnO_4 溶液 5c.c., 注入乙醇少許. 另取 KMnO_4 溶液 5c.c., 加稀硫酸約 3c.c. 使呈酸性後, 再注入乙醇少許. 另取 KMnO_4

溶液 5cc., 加 NaOH 溶液少許, 再注入乙醇使成綠色溶液. 注意各試管中所得之結果, 並比較之⁽²⁷⁾.

問 題

- (1) 結果與方程式:
- (2) 結果:
解釋(作一游子平衡的方程式, 以示氫氧化鉻之兩性游離, 然後藉以解釋增加 NaOH 之影響)
- (3) 結果與解釋:
- (4) 結果與方程式:
- (5) Cr^{+++} 游子呈何顏色?
- (6) 加 Na_2O_2 沸熱後變為何色?
- (7) 方程式:
- (8) 沉澱之顏色若何?
- (9) 溶液變為何色?
- (10) 方程式:
- (11) K_2CrO_4 溶液酸化後變為何色?
- (12) $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 溶液鹼化後變為何色?
- (13) CrO_4^{--} 游子呈何色? $\text{Cr}_2\text{O}_7^{--}$ 游子呈何色?
- (14) CrO_4^{--} 及 $\text{Cr}_2\text{O}_7^{--}$ 中, Cr 之原子價各為若干?

(15) 試作一游子方程式,以示 CrO_4^{2-} 與 $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ 之互相變易。

(16) 結果相同否?

方程式: (a)

(b)

(17) 結果相同否?

方程式: (a)

(b)

(18) 結果與方程式:

(19) 沉澱之顏色,起何變化? 何故?

(20) 濾液呈何顏色?

(21) MnO_2 之被氧化,已達如何程度,即 Mn 之原子價已增加若干單位?

(22) MnO_4^{2-} (錳酸根游子) 呈何顏色?

(23) 方程式:

(24) 濾紙中通入 CO_2 (或注入 HAc) 後,變為何色? 有沉澱析出否?

(25) 方程式:

(26) MnO_4^- (高錳酸根游子) 呈何顏色?

(27)

	注入乙醇後之結果	Mn 原子價之變易
(a) KMnO_4		
(b) $\text{KMnO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4$		
(c) $\text{KMnO}_4 + \text{NaOH}$		

方程式: (a)

(b)

(c)

普通化學實驗

(62)

鈷鹽與鎳鹽

Salts of Cobalt and Nickel

提要： 本實驗舉示鈷鹽與鎳鹽之(1)硼砂珠檢驗 (borax bead test), 及(2)化學檢驗。硼砂珠檢驗或磷酸鹽珠檢驗 (實驗 36,D), 為乾式檢驗法之一。鈷鹽與鎳鹽及許多其他金屬 (如鐵、鉻、銅、鎘等) 之鹽類, 在氧化焰及還原焰中, 均能使此珠呈現特殊之顏色。

應用之試劑：

固體： 硼砂粉 硫代氰酸鉀

溶液： $\text{Ni}(\text{NO}_3)_2$ $\text{Co}(\text{NO}_3)_2$ $(\text{NH}_4)_2\text{S}$ 溴水 KCN(毒)

KNO_3 (濃) 乙醚 戊醇 HAc 苯硫脲基乙酸

二甲基乙二醛脲

應用之儀器用品： 鉑絲 試管 濾紙 漏斗 玻棒

姓名.....

學程及組別.....

試桌號數.....

試驗日期.....

實驗〔 〕 鈷鹽與鎳鹽

A 硼砂珠檢驗 取作焰色檢驗時所用之鉑絲(實驗 55),將其一端燒熱後蘸取純潔的硼砂粉少許,再入火焰中熱之,使之膨脹起泡而成一透明之珠,將此硼砂珠燒熱,蘸取硝酸鈷溶液 $[\text{Co}(\text{NO}_3)_2]$ 少許,然後置於氧化焰中燒之,細察硼砂珠冷卻後所呈之顏色⁽¹⁾.復置此珠於火焰中,正熔時以指彈之,珠即落下,依前法重作一珠,蘸取 $\text{Co}(\text{NO}_3)_2$ 溶液後,置於還原焰中燒之,察其冷卻後所呈之顏色⁽¹⁾.同樣作鎳鹽之硼砂珠檢驗[將硼砂珠蘸取 $\text{Ni}(\text{NO}_3)_2$ 溶液],察其在氧化焰與還原焰中所呈之顏色⁽¹⁾.

B 化學檢驗 (a) $\text{Co}(\text{NO}_3)_2$ 稀溶液中,加 $(\text{NH}_4)_2\text{S}$ 溶液⁽²⁾.濾出所得之沉澱,分別加以檢驗,察其是否溶解於(i)稀鹽酸;(ii)加熱之濃鹽酸;(iii)濃硝酸;(iv)王水⁽³⁾.

(b) 取 $\text{Ni}(\text{NO}_3)_2$ 溶液作同樣試驗⁽⁴⁻⁵⁾.

(c) 於 $\text{Co}(\text{NO}_3)_2$ 溶液中,注入 NaOH 之稀溶液⁽⁶⁾.加熱使沸,注入溴水,察其有無變化⁽⁷⁾.

(d) 取 $\text{Ni}(\text{NO}_3)_2$ 溶液作同樣試驗⁽⁸⁾.

* (e) 於 $\text{Co}(\text{NO}_3)_2$ 溶液中,徐徐注入 KCN 溶液(劇毒)⁽⁹⁾.再加過量之 KCN 溶液⁽¹⁰⁾.加多量之 NaOH 而沸熱之,復注入多量之溴水⁽¹¹⁾.

* (f) 取 $\text{Ni}(\text{NO}_3)_2$ 溶液作同樣試驗,察其結果是否相同⁽¹²⁾.

(g) 置水約 4c.c.於試管中,注入 $\text{Co}(\text{NO}_3)_2$ 溶液一滴,加固體硫代氰酸鉀 (KCNS) 3gm.,乙醚(ether) 2c.c.及戊醇(amyl alcohol)數滴而搖和之⁽¹³⁾.以此反應檢驗鈷鹽,頗為靈敏.

(h) 於 $\text{Co}(\text{NO}_3)_2$ 溶液中,加 KNO_2 之濃溶液(註一)及 HAc ,察其有無沉澱析出⁽¹⁴⁾.如無沉澱析出,可靜置片刻,或用玻棒刮擦試管之管壁.

(i) 取 $\text{Co}(\text{NO}_3)_2$ 溶液 5c.c.,加製備未久之苯硫脲基乙酸[phenyl thiohy-

dantoic acid,^(註二)5c.c.及濃 NH_4OH 5c.c.⁽¹⁵⁾.

(j) 於 $\text{Ni}(\text{NO}_3)_2$ 溶液中,加二甲基乙二醛肟(dimethyl glyoxime)之酒精溶液數滴並加 NH_4OH 或硼砂溶液($\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$)少許,使略呈鹼性,察其有無沉澱析出⁽¹⁶⁾.

(註一) KNO_2 可代以 CsNO_2 或 NaNO_2 與 CsNO_2 之混合液,因 $\text{Cs}_2\text{Na}(\text{NO}_2)_6$ 之溶解度更小,析出更易.見美國化學會雜誌J. Am. Chem. Soc., 52,4857(1930).

(註二) 苯硫脲基乙酸之製法如下:溶苯胺(aniline) 93gm.於186gm.之乙醇中,加一氯代醋酸94gm.及硫代氰酸銨76gm..置於熱水鍋上用逆流冷凝器(reflux condenser)使之煮沸二小時.冷卻後過濾之,用冷水洗滌沉澱,然後用熱酒精使之再結晶.溶此晶體於50%之乙醇中即得.

問 題

- (1) 氧化焰 還原焰
 鈷鹽:
 鎳鹽:
- (2) 結果與方程式:
- (3) 結果:
- (4) 結果:
- (5) $(\text{NH}_4)_2\text{S}$ 與 $\text{Ni}(\text{NO}_3)_2$ 反應之方程式:
- (6) 結果與方程式:

(7) 結果與解釋:

方程式:

(8) 結果與方程式:

* (9) 有沉澱析出否?

方程式:

* (10) 結果與方程式:

* (11) 結果與方程式:

* (12) $\text{Ni}(\text{NO}_3)_2$ 中加

結果

方程式

(i) 少量 KCN:

(ii) 過量 KCN:

(iii) $\text{NaOH} + \text{Br}_2$:

(13) 結果與方程式:

(14) 結果與方程式:

(15) 結果:

(16) 結果與方程式:

普通化學實驗

(63)

銅鹽與銀鹽

Salts of Copper and Silver

提要： 銅與銀均為週期表中第IB族中之元素，除其主要原子價為一，與第IA族中之元素(鹼金屬)相同外，其他各項性質，如氫氧化物之鹼度，生成複游子之傾向等，均與第IA族中之元素殊異。本實驗舉述(1)銅鹽之硼砂珠檢驗，(2)銅鹽與銀鹽之化學反應，銀鹽之化學反應，除本實驗中所述及者外，可參閱實驗(24, D; 27, C; 32, C; 36, A; 36, C; 44)。

應用之試劑：

固體：	氧化銅	鋅屑或鐵屑	鋅粒		
溶液：	CuSO ₄	K ₄ Fe(CN) ₆	KI	澱粉乳狀液	KCN(毒)
	AgNO ₃	K ₂ Cr ₂ O ₇			

應用之儀器用品： 鉑絲 試管 濾紙 漏斗 坩堝

姓名.....

學程及組別.....

試桌號數.....

試驗日期.....

實驗〔 〕 銅鹽與銀鹽

A 硼砂珠檢驗 依前實驗(62)所述之方法,作氧化銅之硼砂珠檢驗(將硼砂珠蘸取氧化銅粉末少許),觀察其在氧化焰與還原焰中所呈之顏色⁽¹⁾。

B 銅鹽之化學反應 (a) 於 CuSO_4 溶液中加 NaOH ⁽²⁾,加熱使沸,察其顏色有無變化⁽³⁾。

(b) 於 CuSO_4 溶液中投入鋅屑或鐵屑少許,熱之,使銅鹽之藍色褪去⁽⁴⁾。

(c) 通 H_2S 於 CuSO_4 溶液中⁽⁵⁾,加稀硫酸察其能否使沉澱溶解⁽⁶⁾,回憶實驗(45)。

(d) 於 CuSO_4 溶液中加亞鐵氰化鉀溶液⁽⁷⁾,回憶實驗(45)。

(e) 於 CuSO_4 溶液中徐徐滴入 NH_4OH ⁽⁸⁾,再加入過量之 NH_4OH ⁽⁹⁾,以此溶液作上述各項試驗(a),(b),(c),(d),察其能否得相同之結果⁽¹⁰⁾。

(f) 於 CuSO_4 溶液中加等體積之 KI 溶液⁽¹¹⁾,過濾後用水洗滌濾紙上之沉澱⁽¹²⁾,於濾液中加澱粉乳狀液一二滴⁽¹³⁻¹⁴⁾,回憶實驗(32, C)。

*(g) 於 CuSO_4 溶液中徐徐滴入劇毒之 KCN 溶液⁽¹⁵⁾,再加過量之 KCN 溶液⁽¹⁶⁾,再通入 H_2S ,察其有無沉澱析出⁽¹⁷⁾。

C 銀鹽之化學反應 (a) 於 AgNO_3 溶液中加 NaOH 溶液⁽¹⁸⁾。

(b) 於 AgNO_3 溶液中加 $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 溶液數滴⁽¹⁹⁾。

(c) 於 AgNO_3 溶液中加任何氯化物,使沉澱為氯化銀而過濾之,將沉澱刮入坩堝中,上覆以鋅粒,使與沉澱接觸,然後注入稀硫酸,時時加以攪拌,一二小時後傾出坩堝中之酸,並取出餘下之鋅粒,細察坩堝中之沉澱有無變化⁽²⁰⁾,用傾泌法洗滌坩堝中之沉澱,復加多量之 NH_4OH ,察其是否溶解⁽²¹⁻²³⁾。

(d) 於 AgNO_3 溶液中加 HCl 或任何其他氯化物,使完全沉澱為氯化銀

而析出,再通入 $H_2S^{(24)}$.然後再作試驗一次,用 NH_4OH 使 $AgCl$ 溶解後再通入 $H_2S^{(25)}$.

*(e) 於 $AgNO_3$ 溶液中徐徐滴入劇毒之 KCN 溶液⁽²⁶⁾.再加過量之 KCN 溶液⁽²⁷⁾.

問 題

- (1) 氧化焰 還原焰
硼砂珠之顏色 (CuO):
- (2) 結果與方程式:
- (3) 有何變化?
解釋:
- (4) 游子方程式:
- (5) 結果與方程式:
- (6) 溶解於稀硫酸中否? 何種硫化物,加稀硫酸得使之溶解?
- (7) 結果與方程式:
- (8) 結果與方程式:
- (9) 結果與方程式:
- (10) 結果 解釋
 - (a) 加 $NaOH$:
 - (b) 加 Zn :
 - (c) 通 H_2S :
 - (d) 加 $K_4Fe(CN)_6$:

(11) 結果:

(12) 沉澱洗淨後之顏色若何? 此沉澱為何物質?

(13) 方程式:

(14) 結果:

* (15) 結果與方程式 {最初生成者為氰化銅 $[\text{Cu}(\text{CN})_2]$; 氰化銅立即失去氰 $[(\text{CN})_2]$,而成氰化亞銅 $[\text{Cu}_2(\text{CN})_2]$ }:
$$2\text{Cu} + 2\text{CN}^- \rightarrow \text{Cu}_2(\text{CN})_2 + 2\text{C}^-$$

* (16) 結果與方程式:

* (17) 結果:

有 CuS 析出否? 何故?

(18) 結果與方程式:

(19) 結果與方程式:

(20) 沉澱之顏色起何變化?

(21) 加 NH_4OH 後沉澱溶解否?

(22) 此沉澱仍係氯化銀否?

(23) 方程式:

(24) 結果與解釋:

(25) 結果與解釋:

* (26) 結果與方程式:

* (27) 結果與方程式:

普通化學實驗

(64)

氯化亞銅之製取

Preparation of Cuprous Chloride

提要： 亞銅鹽概由銅鹽還原而成： $\text{Cu}^{++} + e \rightleftharpoons \text{Cu}^+$ ，但銅游子(Cu^{++})頗不易獲取一電子而成亞銅游子(Cu^+)，同時亞銅游子却極易更獲取一電子而成金屬銅： $\text{Cu}^+ + e \rightleftharpoons \text{Cu}$ 。故亞銅游子在溶液中幾不能存在，欲製取亞銅鹽，必須適合下列二條件，使 Cu^+ 游子生成後立即脫離溶液：

(1) 生成不溶性之亞銅鹽，例見實驗(32, C; 或 63, B, f)。

(2) 生成複游子，本實驗用金屬銅在濃鹽酸溶液中使氯化銅還原而成氯化亞銅： $\text{Cu} + \text{Cu}^{++} \xrightleftharpoons{(a)} \text{Cu}^+$ 。 Cu^+ 游子復與濃鹽酸中之 Cl^- 游子化合而成 CuCl_2^- 複游子，故反應(a)得進達完全，此鹽酸溶液稀釋後，氯化亞銅即行析出。

應用之試劑： 固體： 銅片 亞硝酸鈉

液體： 乙醇 乙醚

應用之儀器用品： 燒瓶 蒸發皿 熱水鍋 錐形燒瓶

軟木塞(連管嘴) 玻管 試管 濾紙 漏斗

圓筒(1500c.c.) 虹吸管 抽氣過濾裝置 瓷板(未上釉)

姓名.....

學程及組別.....

試桌號數.....

試驗日期.....

實驗〔 〕 氯化亞銅之製取

取銅片 13gm., 置於 500c.c. 大小之燒瓶中, 注入濃鹽酸 75c.c., 水 75c.c. 及濃硝酸 10c.c., 置於換氣櫥中, 投入亞硝酸鈉少許, 使發生 NO 與 NO₂, 以促助銅之氧化⁽¹⁾. 反應時放出之黃烟, 性極毒, 慎勿吸入. 苟銅尚未完全溶解, 可再加濃硝酸 5c.c.⁽²⁾. 反應停止後, 將所得之溶液傾入蒸發皿中. 在換氣櫥中, 置於熱水鍋上, 使之緩緩蒸發. 俟蒸發乾後, 再注入濃鹽酸 50c.c., 繼續蒸發, 直至發見有 CuCl₂ 之晶體析出始止⁽³⁾.

將析出之晶體及蒸發皿中之母液, 一併移入錐形燒瓶中, 再加水 50c.c., 濃鹽酸 75c.c. 及銅片 20gm., 瓶口加一裝有管嘴 (nozzle) 之木塞, 置於熱水鍋上使之加熱, 直至溶液之綠色完全褪去 (約需一小時之久). 同時可預備 H₂SO₄ 之稀溶液 (約 1N) 500c.c., 加熱使沸, 以除去其中溶入之空氣而復冷却之⁽⁴⁾. 燒瓶中之 Cu⁺⁺ 游子, 已否完全還原為 Cu⁺ 游子, 可依下法檢驗之: 用玻管吸出燒瓶中之溶液數滴, 注入半試管之水中, 試管中當有白色沉澱析出. 惟沉澱上面之液體, 應完全無色, 加 NH₄OH 後亦然, 否則還原尚不得視為完全⁽⁵⁾.

最後將燒瓶中之熱溶液濾入一盛有冷蒸餾水約 1500c.c. 之高大圓筒中 (勿用濾紙, 漏斗中可敷石棉或玻絨之鬆層). 燒瓶中之殘液, 可用稀鹽酸蕩入漏斗中. 俟水中之白色沉澱下沉於圓筒之底部後, 用虹吸管吸出上層之液體, 復用預備之 H₂SO₄ 冷溶液 (1N), 將所得之沉澱連續洗滌兩次, 每次用 200c.c. (用傾泌法).

預備抽氣過濾之裝置, 將洗滌後之沉澱移至 Büchner 漏斗上, 迅即以剩餘之 H₂SO₄ 稀溶液使之洗滌數次; 復用乙醇洗滌數次, 每次用 20c.c.; 最後用乙醚 (勿近火) 洗滌二次, 每次用 10c.c., 洗滌時應注意勿令 CuCl 久與空氣接觸. 洗滌之工作完畢後, 可抽氣以吸去大部分之乙醚, 然後移至未上釉之瓷板上, 俟乙醚逸去後, 迅即將粉末狀之氯化亞銅置於臺平上權其重量, 隨

即傾入瓶中,加塞保存之(交給教員)⁽⁶⁻¹⁰⁾.

問 題

(1) 試作一方程式以示NO與NO₂之生成.

(2) 試作一方程式以示銅與硝酸之反應(假定其產物為NO).使Cu 13gm.溶解,需用硝酸若干克分子? 密度為1.40,含HNO₃65.5%之硝酸,需用若干c.c.?

(3) 氯化銅晶體具何顏色?

(4) 需用H₂SO₄若干克分子? 若干gm? 密度為1.80,含H₂SO₄86.9%之硫酸,需用若干c.c.?

(5) 試作游子方程式以示Cu⁺⁺游子之還原為Cu⁺游子.

(6) 以 CuCl 少許溶於 NH_4OH 後,曝露於空氣中,顏色起何變化? 何故?

(7) 如所用之銅 (13gm.) 完全變為 Cu^{++} , 再還原為 CuCl , 可得 CuCl 若干 gm.?

(8) 實得 CuCl 若干 gm.?

產額之百分率 (percentage yield):

(9) 為何用乙醇與乙醚洗滌之?

(10) CuCl 何以在大量之水中始行析出?

普通化學實驗

(65)

鋅、鎘、汞及其鹽類

Zinc, Cadmium, Mercury

and Their Salts

提要： 鋅、鎘、汞均為第IIB族中之元素，與第IIA族之鹼土金屬相較，性質完全不同，其氫氧化物均不溶於水，且極不安定，汞之氫氧化物幾不能存在，因其立即分解而成氧化物故也。此三種金屬之複游子甚多，汞鹽與鎘鹽頗多不十分游離者，而汞鹽尤甚。例如氰化汞溶液，幾為電之絕緣體，其游離度之所以微弱，或即因其有生成複游子之傾向，有以使然，此說近年來甚為有力。

應用之試劑：

固體： 鋅粒 氯化銨

液體： 汞

溶液： $ZnSO_4$ $K_4Fe(CN)_6$ Na_2CO_3 $HgCl_2$ $SnCl_2$ $CoCl_2$
 $(NH_4)_2S$ $KCN(毒)$ KI $CdSO_4$ $HgNO_3$ $Hg(NO_3)_2$

應用之儀器用品： 試管 坩堝 濾紙 漏斗 鉑絲

姓名.....

學程及組別.....

試桌號數.....

試驗日期.....

實驗 [] 鋅、鎘、汞及其鹽類

A 鋅 (a)分別投鋅粒於稀 HCl 及 NH_4OH 中,察其結果是否相同⁽¹⁾。(b)於 ZnSO_4 溶液中徐徐滴入 NH_4OH ⁽²⁾,再加多量之 NH_4OH ⁽²⁾。(c)於 ZnSO_4 溶液中先加足量之 NH_4Cl ,然後徐徐滴入 NH_4OH ⁽³⁾,回憶實驗(45,B)而比較之。(d)於 ZnSO_4 溶液中徐徐滴入 NaOH ⁽⁴⁾,再加多量之 NaOH ⁽⁴⁾。(e)取 ZnSO_4 溶液少許(或其他鋅鹽溶液,先以 HAc 使之酸化),加 $\text{K}_4\text{Fe}(\text{CN})_6$ 溶液⁽⁵⁾。(f)於稀釋後之 ZnSO_4 溶液中,加 Na_2CO_3 溶液,並加熱使沸⁽⁶⁾,使之過濾,用水洗滌沉澱,靜置一旁,任其自行乾燥(先做 g),將乾燥後之沉澱刮入坩堝中,加以劇熱數分鐘後取出一小部分,試以稀鹽酸,察其有無 CO_2 發生⁽⁷⁾,注入 CoCl_2 溶液一滴,復使之加熱⁽⁸⁾。(g)於 ZnSO_4 溶液中加 $(\text{NH}_4)_2\text{S}$ 溶液⁽⁹⁾,過濾後撕下濾紙一角,捲於鉑絲端燒之,達半乾後,由火焰中退出,以 CoCl_2 溶液一滴潤溼之,再伸入火焰中灼燒之⁽¹⁰⁾。*(h)於 ZnSO_4 溶液中徐徐滴入 KCN 溶液(劇毒)⁽¹¹⁾,再加過量之 KCN 溶液⁽¹¹⁾。

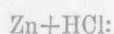
B 鎘 (a)於 CdSO_4 溶液中徐徐滴入 NH_4OH ⁽¹²⁾,然後再加以過量之 NH_4OH ⁽¹²⁾,通入 H_2S ⁽¹³⁾。(b)於 CdSO_4 溶液中徐徐滴入 NaOH ⁽¹⁴⁾,再加多量之 NaOH ⁽¹⁵⁾。*(c)於 CdSO_4 溶液中徐徐滴入 KCN 溶液(劇毒)⁽¹⁶⁾,再加過量之 KCN 溶液⁽¹⁶⁾,通入 H_2S ,察其有無沉澱析出⁽¹⁷⁻¹⁸⁾。

C 汞 (a)取 HgNO_3 及 $\text{Hg}(\text{NO}_3)_2$ 溶液分置於二試管中,加 HCl,察其結果是否相同⁽¹⁹⁾,將所得之沉澱過濾,注 NH_4OH 於濾紙上,察其顏色有無變化⁽²⁰⁾,回憶實驗(27,C)。(b)取金屬汞一滴,加稀硝酸煮沸之,趁汞尚未完全溶解時加水稀釋之(約二倍),將溶液傾入另一試管中,餘下之汞,再加入濃硝酸煮沸之,直至金屬汞完全溶解,將此二部分溶液,依上法(a)檢驗其孰為硝酸汞,孰為硝酸亞汞⁽²¹⁾。(c)於 HgNO_3 及 HgCl_2 溶液中,分別加 SnCl_2 溶液⁽²²⁾。(d)於 HgCl_2 溶液中,通入 H_2S ,注意其顏色之變化⁽²³⁾。(e)於 HgCl_2

溶液中,徐徐注入KI溶液⁽²⁴⁾,再加足量之KI溶液,使最初析出之沉澱近乎完全溶解⁽²⁴⁾,過濾後,濾液中加NaOH溶液⁽²⁵⁾,此混合液即係著稱之Nessler氏溶液,可供檢驗氨或銨鹽之用,取自來水100c.c.,注入銨鹽溶液一二滴,復注入製成之Nessler氏溶液,如呈黃色或橙黃色,即為 NH_4^+ 游子存在之明證。

問 題

- (1) 結果 方程式



- (2) ZnSO₄+NH₄OH (少量):



- (3) 結果與解釋:

- (4) 結果 方程式



- (5) 結果與方程式:

- (6) 析出之沉澱為碳酸鋅抑為鹼性碳酸鋅?

方程式:

- (7) 沉澱此時變成何物?

方程式:

- (8) 沉澱呈何顏色?

方程式:

- (9) 結果與方程式:

- (10) 結果[與(8)反應是否相同?]:

普通化學實驗

(66)

錫與鉛及其鹽類

Tin, Lead and Their Salts

提要: 本實驗舉述(1)鉛鹽與錫鹽之吹管檢驗 (blow-pipe test), (2)錫鹽 (Sn^{++++})與亞錫鹽(Sn^{++})之化學反應,(3)鉛鹽之化學反應,(4)金屬錫與金屬鉛之化學反應。

應用之試劑:

固體:	硝酸鉛	無水碳酸鈉	木炭塊	氯化錫	鋅粒	
	硫黃	錫粒	鉛			
溶液:	SnCl_2	$(\text{NH}_4)_2\text{S} \cdot$	SnCl_4	AgNO_3	HgCl_2	$\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$
	K_2CrO_4	KI	$\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$			

應用之儀器用品: 吹管 試管 濾紙 漏斗

姓名.....

學程及組別.....

試桌號數.....

試驗日期.....

實驗〔 〕 錫與鉛及其鹽類

A 吹管檢驗 取硝酸鉛粉末少許與無水碳酸鈉(約1:2)混和後,置於木炭塊上挖成之小穴中,用吹管(blow-pipe)將火焰吹向穴內之混合粉末,細察所得之結果並解釋之⁽¹⁾。取任何錫鹽,同樣作吹管檢驗,細察所得之結果⁽²⁾。

B 錫鹽與亞錫鹽之化學反應 (a) 取 SnCl_2 稀溶液5c.c.,通入 H_2S ⁽³⁾。將所得之混懸溶液,分盛於二試管中,加稀鹽酸於第一試管中,察其是否溶解^(3a)。濾出第二試管中之沉澱,以 $(\text{NH}_4)_2\text{S}$ 之熱溶液處理之,如加熱後沉澱不溶解,可加硫黃粉末少許,繼續加熱,再加稀鹽酸於所得之溶液中,察其有無沉澱析出^(3b-4)。

(b) 取 SnCl_4 溶液作同樣試驗⁽⁵⁾。

(c) 分別投鋅粒於 SnCl_2 及 SnCl_4 溶液中,察其結果是否相同⁽⁶⁾。

(d) 於 SnCl_2 及 SnCl_4 溶液中,分別注入氨化之硝酸銀溶液(AgNO_3 1份,加 NH_4OH 16份),察其結果是否相同⁽⁷⁾。

(e) 於 SnCl_2 及 SnCl_4 溶液(各0.5c.c.)中,分別注入 HgCl_2 溶液少許⁽⁸⁾。

C 鉛鹽之化學反應 (a) 取 $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ 溶液2c.c.,加稀鹽酸數滴⁽⁹⁾。濾出所得之沉澱,用玻棒將沉澱移入多量之水中而煮沸之⁽¹⁰⁾。冷卻後察其有何變化⁽¹¹⁾。

(b) 於 $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ 溶液中,加 K_2CrO_4 溶液⁽¹²⁾。

(c) 於 $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ 溶液中,加 KI 溶液⁽¹³⁾。

(d) 於 $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ 溶液數滴中,加稀硫酸數滴,如無沉澱析出,可加乙醇少許⁽¹⁴⁾。

(e) 於 $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ 溶液中,通入 H_2S ⁽¹⁵⁾。濾出所得之沉澱,將沉澱刮入稀硝酸中煮沸之,察其有無變化⁽¹⁶⁾。

D 金屬錫與金屬鉛之化學反應 (a)投金屬錫一粒於稀硝酸中,靜置一旁,半小時後,依前法(B)檢驗溶液中有無 Sn^{++++} 或 Sn^{++} 游子⁽¹⁷⁻¹⁸⁾。 (b)投金屬錫於濃硝酸中,並使之加熱⁽¹⁹⁾。 (c)投金屬錫於濃鹽酸中,並稍加熱,靜置片刻,勿令錫完全溶解,仍依前法,檢驗此溶液中有無 Sn^{++++} 或 Sn^{++} 游子⁽²⁰⁻²¹⁾。 (d)投金屬鉛於稀硝酸中,並使之加熱,稀釋後過濾之,依前法(C)中任何一法)檢驗濾液中有無 Pb^{++} 游子⁽²²⁻²³⁾。

問 題

(1) 結果與解釋:

(2) 結果與解釋:

(3) SnCl_2 溶液中

結果

方程式

通入 H_2S :

(a) 加 HCl :

(b) 加 $(\text{NH}_4)_2\text{S}+\text{S}$:

再加 HCl :

(4) 硫黃粉末之功用何在?

(5) SnCl_4 溶液中

結果

方程式

通入 H_2S :

(a) 加 HCl :

(b) 加 $(\text{NH}_4)_2\text{S}(\text{+S})$:

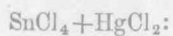
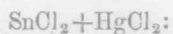
再加 HCl :

(6) SnCl_2 與 SnCl_4 溶液中加鋅粒所得之結果是否相同?

方程式:

(7) 結果與解釋:

(8) 結果 方程式



(9) 結果與方程式:

(10) 沸煮後沉澱溶解否?

(11) 結果與解釋:

(12) 結果與方程式:

(13) 結果與方程式:

(14) 結果與方程式:

(15) 結果與方程式:

(16) 加 HNO_3 沸煮後之結果與方程式:

(17) 檢驗之方法與結果:

(18) 錫與稀硝酸反應之方程式:

(19) 結果與方程式:

(20) 檢驗之方法與結果:

(21) 方程式(錫與濃鹽酸反應):

(22) 檢驗之方法與結果:

(23) 方程式(鉛與稀硝酸反應):

普通化學實驗

(67)

陰向游子之分組

The Analytical Grouping of The Cations

提要： 本實驗將陰向游子(即陽游子)分爲六組：

- (1)第一組——鹽酸組(hydrochloric acid group);
- (2)第二組——硫化氫組(hydrogen sulfide group);
 - (甲)銅組(copper group);
 - (乙)錫組(tin group);
- (3)第三組——氫氧化銨組(ammonium hydroxide group);
- (4)第四組——硫化銨組(ammonium sulfide group);
- (5)第五組——碳酸銨組(ammonium carbonate group);
- (6)第六組——鹼金屬組(alkali group).

應用之試劑：

溶液： NH_4Cl $(\text{NH}_4)_2\text{S}$ $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ 各陽向游子之待試溶液，見次頁。
 Na_2S_2

應用之儀器用品： 試管(25個) 濾紙 漏斗 Kipp發生器(H_2S)

姓名.....

學程及組別.....

試桌號數.....

試驗日期.....

實驗〔 〕 陰向游子之分組

預備潔淨之試管25個,分別注入下列各鹽之溶液1-2c.c.: Fe^{+++} , Al^{+++} , Ag^+ , Pb^{++} , Hg_2^{++} , Hg^{++} , Ba^{++} , Ca^{++} , Sr^{++} , Bi^{+++} , As^{+++} , Sb^{+++} , Sn^{++++} , Sn^{++} , Cd^{++} , Cu^{++} , Cr^{+++} , Mn^{++} , Co^{++} , Ni^{++} , Zn^{++} , Mg^{++} , Na^+ , K^+ , NH_4^+ . 各試管上加以標識,並加水1-2c.c.稀釋之.

A 鹽酸組 各試管中注入稀鹽酸數滴,注意各試管中何者有沉澱析出,細察沉澱之顏色及其形狀(粉末狀、晶狀、凝塊狀、乳濁狀等),一一填註表中,然後傾棄之(但保留其餘各試管中之溶液).

B 硫化氫組 其餘各試管中,通入 H_2S ,細察何者有沉澱析出,沉澱之顏色及形狀若何,一一填註表中,依次將各試管中之沉澱濾出,復分別以 Na_2S_2 之熱溶液處理之(註一). 沉澱不溶解者列為銅組(第二組甲),溶解者列為錫組(第二組乙).

C 氫氧化銨組 將通入 H_2S 未有沉澱析出之各試管加熱,以除去溶入之 H_2S 後,加 NH_4Cl 溶液5-6c.c.,再加 NH_4OH 使呈鹼性,然後加熱使沸,細察何者有沉澱析出,記下沉澱之顏色及形狀後傾棄之.注意 Mn^{++} 在加熱時,因被空氣氧化,亦有一部分沉澱析出,故需另取一份 Mn^{++} 試液,與其他未生沉澱之各試液,一同作下節之試驗(註二).

D 硫化銨組 各試管中加 $(\text{NH}_4)_2\text{S}$ 溶液1c.c.,細察何者有沉澱析出,將其顏色及形狀記錄後傾棄之(註二).

E 碳酸銨組 其餘各試管中加 NH_4Cl 溶液少許,然後注入 $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ 溶液數滴,記下沉澱之顏色及形狀後傾棄之.

F 鹼金屬組 以上各項試劑加入後迄未有沉澱析出者,均屬於本組.本組有時稱為可溶性陰向游子組(soluble cation group),因本組各游子,並非盡屬鹼金屬之游子故也(註三).

(註一) $(\text{NH}_4)_2\text{S}_2$ 亦可應用(實驗 66, B, a), 惟結果稍異. 如用 $(\text{NH}_4)_2\text{S}_2, \text{Hg}^{++}$ 將列入銅組. 參閱 A. A. Noyes 所著之 定性分析化學.

(註二) 氫氧化銨組與硫化銨組在分析程序中, 亦有以 NH_4OH 與 $(\text{NH}_4)_2\text{S}$ 使硫化物與氫氧化物同時沉澱而併為一組者. 復加 HCl 與 HNO_3 (或用 KClO_3) 使之溶解, 然後以 NaOH 與 Na_2O_2 處理之. 析出沉澱者稱為鐵組 (iron group), 無沉澱析出者稱為鋁組 (aluminum group).

(註三) 本組中之 Mg^{++} , 在分析程序中, 有納入碳酸銨組者. 碳酸銨組沉澱時, 不用 NH_4Cl 溶液, 直接注入 $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ 溶液, 並加乙醇若干 c.c., Mg^{++} 即與其他碳酸鹽同時沉澱而出矣. 碳酸銨組亦稱鹼土金屬組 (alkaline-earth group).

組 別	陰 向 游 子	沉 澱		附 註
		顏 色	形 狀	
第一組 (鹽酸組)				
第二組甲 (硫化氫組 — 銅組)				
第二組乙 (硫化氫組 — 錫組)				

(續前頁)

組別	陰向游子	沉澱			附註
		顏色	形狀	化學式	
第三組 (氫氧化銨組)					
第四組 (硫化銨組)					
第五組 (碳酸銨組)					
第六組 (鹼金屬組)					

普通化學實驗

(68)

各組陰向游子之分析

The Separation of Cations

in Each Group

提要：陰向游子分組後(實驗67)，即可進行各組游子之分析。本實驗僅示分析之簡要原理。在分析程序中，各游子分離後尚需一一加以辨認(identify)，並作證實的檢驗(confirmatory tests)焉。

應用之試劑：

溶液：	溴水	HAc	KNO ₂	K ₂ CrO ₄	Na ₂ HPO ₄	Ba(OH) ₂	
	(NH ₄) ₂ CO ₃	NH ₄ Cl	C ₂ H ₅ OH				
試液：	Bi ⁺⁺⁺	Cu ⁺⁺	Cd ⁺⁺	Fe ⁺⁺⁺	Al ⁺⁺⁺	Cr ⁺⁺⁺	Mn ⁺⁺
	Co ⁺⁺	Ni ⁺⁺	Zn ⁺⁺	Ca ⁺⁺	Sr ⁺⁺	Ba ⁺⁺	NH ₄ ⁺
	Na ⁺	K ⁺	Mg ⁺⁺				

應用之儀器用品： 試管 濾紙 漏斗 蒸發皿

姓名.....

學程及組別.....

試桌號數.....

試驗日期.....

實驗 [] 各組陰向游子之分析

A 鹽酸組 回憶 $PbCl_2$ 在熱水中之溶解度(實驗66, C, a), $AgCl$ 及 Hg_2Cl_2 對於 NH_4OH 之作用(實驗32, C; 65, C, a), 試擬議如何使本組各游子分離之方法⁽¹⁻⁴⁾。

B 硫化氫組甲——銅組 取 Bi^{+++} 、 Cu^{++} 及 Cd^{++} 之試液, 分置於三試管中, 各試管中復加過量之 NH_4OH ⁽⁵⁻⁶⁾。於未有沉澱析出或析出後重行溶解之試管中, 加稀硫酸使呈酸性, 並加熱至沸, 然後通入 H_2S ⁽⁷⁻⁸⁾。

C 硫化氫組乙——錫組 本組分析頗為複雜, 姑從略。

D 氫氧化銨組 取 Fe^{+++} 、 Al^{+++} 及 Cr^{+++} 之試液, 分置於三試管中, 各試管加熱後注入足量之 NH_4OH , 隨即分別加以過濾, 並以 $NaOH$ 處理所得之沉澱, 細察何者重行溶解⁽⁹⁾。將沉澱重行溶解後所得之溶液, 分別煮沸之, 細察何者又復析出沉澱⁽¹⁰⁻¹¹⁾。

E 硫化銨組 取 Mn^{++} 、 Co^{++} 、 Ni^{++} 及 Zn^{++} 之試液, 分置於四試管中, 各加等體積之溴水, 並煮沸約3-5分鐘, 細察何者有沉澱析出⁽¹²⁾。其餘各試管中, 徐徐注入 $NaOH$, 繼復注入過量之 $NaOH$ ⁽¹³⁾。於沉澱未溶解之試管中, 加 HAc 使之溶解, 並使略具酸性, 然後加 KNO_3 溶液, 細察何者有沉澱析出⁽¹⁴⁻¹⁵⁾。

F 碳酸銨組 取 Ca^{++} 、 Sr^{++} 及 Ba^{++} 之試液, 分置於三試管中, 分別加酸化後之 K_2CrO_4 溶液 ($K_2CrO_4 + HAc$), 細察何者有沉澱析出⁽¹⁶⁾。於未有沉澱析出之試管中, 加 NH_4OH 使溶液變為黃色, 稍使加熱, 復注入乙醇少許, 置於自來水龍頭下冷卻後, 靜置片刻, 細察何者有沉澱析出⁽¹⁷⁻¹⁸⁾。

G 鹼金屬組 取 Na^+ 、 K^+ 、 NH_4^+ 及 Mg^{++} 之試液各3c.c., 混和後, 傾出約2c.c.於另一試管中, 檢驗 Mg^{++} (實驗56, C, b)⁽¹⁹⁾。再傾出2c.c.於另一試管中, 加 $NaOH$ 而熱之, 察其有無 NH_3 逸出(實驗33, C)⁽¹⁹⁾。於餘下之混合液中, 滴入 $Ba(OH)_2$ 溶液, 使 Mg^{++} 完全沉澱而出, 加熱後過濾之, 加 $(NH_4)_2CO_3$ 於濾液

中,使銀沉澱而濾去之。然後將濾液蒸發至乾,並劇熱片刻,以除去 NH_4^+ 。使渣滓溶於少量之水中,分盛二試管,然後分別作 K^+ 與 Na^+ 之檢驗(實驗 55, B, c; 55, B, f 或 g)⁽¹⁹⁾

問 題

- (1) PbCl_2 在熱水中溶解否?
- (2) AgCl 加 NH_4OH 起何變化?
方程式:
- (3) Hg_2Cl_2 加 NH_4OH 起何變化?
方程式:
- (4) 使鹽酸組各游子分析之方法:
- (5) Bi^{++} , Cu^{++} 及 Cd^{++} , 加 NH_4OH 後何者沉澱析出後重行溶解? 何者沉澱析出後, 雖加過量之 NH_4OH 亦不溶解?
- (6) 方程式:
- (7) 結果與解釋:
- (8) 使銅組各游子分析之方法:
- (9) Fe^{+++} , Al^{+++} 及 Cr^{+++} 之氫氧化物, 何者溶於 NaOH , 何者不溶於 NaOH ? 試分別解釋之。

(10) 結果與解釋: 結晶水合物至各基團檢驗之方法

(11) 使氫氧化鉍組各游子分析之方法:

(12) 結果與方程式:

(13) 何者析出沉澱後,重行溶解於過量之 NaOH 中?

方程式:

(14) 結果與方程式:

(15) 使硫化鉍組各游子分析之方法:

(16) 結果與方程式:

(17) 結果與解釋:

(18) 使碳酸鉍組各游子分析之方法:

(19) 檢驗之方法



結果

普通化學實驗

(69)

陽向游子之檢驗(上)

Qualitative Tests for the Common

Anions - Part I

提要: 本實驗(69-70)對於下列各陽向游子(即陰游子)之檢驗反應,作一有系統的複習: NO_3^- , NO_2^- , CO_3^{--} , S^{--} , Cl^- , Br^- , I^- , CNS^- , SO_4^{--} , SO_3^{--} , F^- , PO_4^{--} , AsO_4^{--} , ClO_3^- , BrO_3^- , BO_3^{--} , $\text{Fe}(\text{CN})_6^{--}$, $\text{Fe}(\text{CN})_6^{--}$.

應用之試劑:

固體: '澱粉碘化鉀'試紙

溶液: NaNO_2 , HAc , FeSO_4 , Na_2CO_3 , $\text{Ba}(\text{OH})_2$, Ag_2SO_4

H_2O_2 (10%), CdAc_2 , Na_2S , NaCl , KBr , KI , KCNS

AgNO_3 , FeCl_3 , 氯水, KMnO_4 , CHCl_3 .

應用之儀器用品: 試管 濾紙 漏斗 玻璃棒

姓名.....

學程及組別.....

試桌號數.....

試驗日期.....

實驗〔 〕 陽向游子之檢驗(上)

A 硝酸鹽與亞硝酸鹽 參閱實驗(35)。置 NaNO_2 溶液 2-3c.c. 於試管中,加 HAc 使呈酸性,復加 FeSO_4 溶液數滴⁽¹⁻²⁾。取‘澱粉碘化鉀’試紙一條,潤溼後懸於管口,令管中之溶液加熱(逸出 NO_2),注意試紙之顏色⁽³⁾。

實際上作硝酸鹽 (NO_3^-) 與亞硝酸鹽 (NO_2^-) 檢驗時,應先用稀硫酸使一部分待試溶液酸化,如有沉澱析出,應即加入足量之硫酸,使沉澱達於完全而濾去之,然後將濾液作 NO_3^- 與 NO_2^- 之檢驗。注意 ClO^- 、 ClO_3^- 、 BrO^- 、 BrO_3^- 亦將發生 Cl_2 與 Br_2 而使‘澱粉碘化鉀’試紙變色,如溶液中含有大量之 Cl^- 、 Br^- 或 I^- ,則必須先用 Ag_2SO_4 溶液使之沉澱而濾去之⁽⁴⁾。

B 碳酸鹽 取 Na_2CO_3 溶液 2-3c.c. 置於試管中,加稀硝酸使呈酸性,察其有無氣體發生,用玻棒蘸取 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 或 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 之清澈溶液一滴,伸入管中,玻棒上如有白色沉澱生成,即為碳酸鹽 (CO_3^{--}) 存在之佐證⁽⁵⁾。

實際上作 CO_3^{--} 之檢驗時,應先取一部分待試溶液,加 H_2O_2 之 10% 溶液 5c.c.,並加熱使沸,如是則溶液中苟有 SO_3^{--} 存在,亦將氧化而成 SO_4^{--} ⁽⁶⁾,加酸時不復有 SO_2 氣體發生, CO_3^{--} 之檢驗始不受其影響, NO_3^- 、 NO_2^- 、 CO_3^{--} 檢驗完畢後,即可取較多量之待試溶液,加稀硝酸使呈酸性後,依下法檢驗其他陽向游子。

C 硫化物、氯化物、溴化物、碘化物及硫代氰酸鹽 取 Na_2S 溶液 2-3c.c.,加 CdAc_2 溶液,如有黃色沉澱析出,即為硫化物 (S^{--}) 存在之佐證⁽⁷⁾。

取 NaCl 、 KBr 、 KI 及 KCNS 溶液各 2c.c.,分置於試管中,各試管中注入 HNO_3 數滴,再加 AgNO_3 數滴⁽⁸⁾。第一及第四試管中 (Cl^- 及 CNS^-),傾去上層之溶液後,分別加 NH_4OH 數 c.c.,察其能否使沉澱溶解⁽⁹⁾;再注入硝酸,察其能否重行沉澱而出⁽¹⁰⁾。另取 KCNS 溶液 2c.c.,加 FeCl_3 數滴,溶液如呈紅色,即為 CNS^- 存在之佐證⁽¹¹⁾。

實際上檢驗時,應取稀硝酸酸化後之待試溶液若干,加 CdAc_2 以檢驗硫化物之有無,濾去 CdS 之黃色沉澱,然後用濾液依上法作 Cl^- 、 Br^- 、 I^- 及 CNS^- 之檢驗,加 AgNO_3 後所得之沉澱如係淡黃色(Br^-)或黃色(I^-),則另需作一 Br^- 及 I^- 之鑑別試驗,法以稀硝酸酸化後之待試溶液少許,加三氯甲烷數滴,然後徐徐注入製備未久之氯水,同時加以搖動,溶液中如有碘化物存在,則碘將首先析離而出,使三氯甲烷呈現紫色,但過量之氯水,將使碘氧化而成無色之碘酸鹽⁽¹²⁾。此時可細察三氯甲烷是否呈現黃色,以定待試溶液中是否有無溴化物之存在。

待試溶液中如含有 Br^- 或 I^- ,則 Cl^- 之存在與否,應另作檢驗如下:置待試溶液若干於小燒瓶中,加稀硫酸少許(溶液體積之半),並加足量之 KMnO_4 溶液,使沸煮3-5分鐘後,溶液仍現淡紅色,此時溴化物與碘化物均已氧化而成溴與碘,可用蒸汽通入溶液中除去之⁽¹³⁾。此溶液經過濾後,加 AgNO_3 ,如有白色沉澱析出,且能溶於 NH_4OH 中,加 HNO_3 能使之重行析出沉澱,即為氯化物存在之佐證。

問 題

(1) 結果與方程式:

(2) 如用 NaNO_3 ,亦可得同樣結果否? 如用 H_2SO_4 以代 HAc ,亦可得同樣結果否?

(3) 試作一方程式,以示 NO_2 與 KI 之作用,假定其產物之一為 NO 。

(4) 為何用 Ag_2SO_4 而不用 AgNO_3 ?

(5) 結果與方程式:

(6) 方程式:

(7) 方程式(註出沉澱之顏色):

(8) 加 $\text{HNO}_3 + \text{AgNO}_3$ 之結果 方程式

NaCl:

KBr:

KI:

KCNs:

(9) 結果與方程式:

(10) 結果與方程式:

(11) 結果與方程式:

(12) 方程式(I_2 氧化而成 IO_3^- , 假定 H_2O 為反應物之一, HCl 為生成物之一):

(13) 試作一方程式, 以示 KI 為 KMnO_4 所氧化, 假定其產物為硫酸鹽及碘。

游子方程式:

普通化學實驗

(70)

陽向游子之檢驗(下)

Qualitative Tests for the Common

Anions - Part II

提要: 見前實驗(69).

應用之試劑:

固體: 硼砂 薑黃試紙(turmeric paper)

溶液: Na_2SO_4 Na_2SO_3 NaF BaCl_2 溴水 NH_4Ac

CaCl_2 $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ KClO_3 H_2SO_3 AgNO_3

KBrO_3 CHCl_3 Na_2CO_3 FeCl_3 FeSO_4

$\text{K}_3\text{Fe}(\text{CN})_6$ $\text{K}_4\text{Fe}(\text{CN})_6$

應用之儀器用品: 試管 濾紙 漏斗 燒杯 蒸發皿 玻棒

姓名

學程及組別

試桌號數

試驗日期

實驗〔 〕 陽向游子之檢驗(下)

D 硫酸鹽、亞硫酸鹽及氟化物 取 Na_2SO_4 、 Na_2SO_3 及 NaF 溶液各 3c.c., 置於試管中混和之(或用待試溶液 10-15c.c.)。加稀硝酸使呈酸性後, 注入 BaCl_2 溶液 5c.c., 如有白色沉澱(BaSO_4), 即為硫酸根游子(SO_4^{2-})存在之佐證⁽¹⁾。將試管震搖片刻, 復靜置數分鐘後過濾之。濾液中加溴水, 使略呈黃色⁽²⁾。此時溶液中之 SO_3^{2-} 即氧化而成 SO_4^{2-} , 復與過剩之 BaCl_2 反應而析出 BaSO_4 之白色沉澱⁽³⁾。如係待試溶液而確知其含有硫化物(C)者, 則可不必作 SO_3^{2-} 之檢驗, 因 S^{2-} 與 SO_3^{2-} 二者並不同時存在也。

檢驗 SO_3^{2-} 時, 加入之 Br_2 , 務必過量。濾去所得之沉澱後, 濾液中可加入 NH_4Ac 溶液 5c.c., 以減低溶液之酸度, 然後注入 CaCl_2 溶液數滴⁽⁴⁻⁵⁾。如有 CaF_2 之白色沉澱析出(註一), 即為氟化物(F^-)存在之佐證。氟化物更可用彫刻玻璃之試驗證實之。

E 磷酸鹽與砷酸鹽 參閱實驗(36)。

F 氯酸鹽與溴酸鹽 取 KClO_3 溶液 5c.c., 加 SO_2 之飽和溶液及稀硝酸各 10c.c. 隔十分鐘後, 加熱使沸, 以除去過多之 SO_2 , 然後加 AgNO_3 溶液察其有無白色沉澱析出; 並察其能否溶解於 NH_4OH 中; 加 HNO_3 後能否重行沉澱而出⁽⁶⁾。

取 KBrO_3 溶液 5c.c., 同樣以 SO_2 之飽和溶液及稀硝酸處理之。然後察其銀鹽(加 AgNO_3)之顏色; 或加氯水及三氯甲烷而震搖之, 細察三氯甲烷是否呈現溴之黃色⁽⁷⁾。

實際上檢驗 ClO_3^- 及 BrO_3^- 時, 必預加 AgNO_3 , 使待試溶液中之 Cl^- 、 Br^- 及 I^- 沉澱而濾去之。

G 硼酸鹽 取硼砂少許, 溶於水中, 加 HCl 一二滴使呈酸性, 以薑黃試紙一條蘸取此溶液後, 置於空氣中乾燥之(可緊貼於一燒杯沸水之外面,

使之乾燥),注意試紙之顏色⁽⁸⁾。注 NaOH 一滴於試紙上,觀察其顏色有無變化⁽⁹⁾。

取硼砂少許,置於蒸發皿中,以少量之水溶解之。加濃硫酸數c.c.,並稍稍加熱,移去火焰,加乙醇數c.c.,並用玻棒拌和之。如是即得揮發性之硼酸乙酯 [ethyl borate, $(C_2H_5)_3BO_3$],以火使其蒸氣燃着,注意其火焰之顏色⁽¹⁰⁾。

實際上檢驗硼酸鹽 (BO_3^{--} 或 BO_2^-) 時,可用第一法——薑黃試紙試驗法。如用第二法,則最好先以 Na_2CO_3 處理待試溶液,使 Cu^{++} 或 Ba^{++} 除去後,再加稀硫酸使濾液中和,並稍使濃縮,然後依上法檢驗之。

H 亞鐵氰化物與鐵氰化物 於 $K_4Fe(CN)_6$ 溶液中,加 $FeCl_3$ 溶液數滴⁽¹¹⁾。於 $K_3Fe(CN)_6$ 溶液中,加 $FeSO_4$ 溶液數滴⁽¹²⁾。凡屬可溶性亞鐵氰化物,遇 Fe^{+++} 即生成藍色沉澱(普魯士藍);可溶性鐵氰化物遇 Fe^{++} ,亦即生成同樣之藍色沉澱。

*I 向教員索取待試溶液,依實驗 69 及本實驗之方法,檢驗其中所含之陽向游子,將結果報告教員,得其認可,並一一填註於後⁽¹³⁾。

(註一) 如係黃色沉澱,則恐係鉻酸鹽 (CrO_4^{--}),可依下法證實之:使溶液過濾,令黃色沉澱集於濾紙上,用水洗淨後,復取 HCl 與 C_2H_5OH 之混合液(2:1)數c.c.,加熱後注於濾紙上,同時用蒸發皿接收濾液,將濾液加熱後,再注於濾紙上,仍以蒸發皿接收濾液,然後將濾液蒸發至乾,加水數滴,如係鉻酸鹽,即得綠色溶液。

問 題

(1) 結果與游子方程式:

(2) 結果:

(3) 方程式:

(4) 加醋酸鹽何以能減低溶液之酸度? 試作方程式解釋之。

(5) 結果與游子方程式:

(6) 結果與方程式:

(7) 結果與方程式?

(8) 薑黃試紙乾燥後呈何顏色?

(9) 加 NaOH 一滴,變為何色?

(10) 硼酸乙酯燃燒時之火焰作何色?

(11) 結果與方程式:

(12) 結果與方程式:

* (13) 待試溶液中所含之陽向游子如下:

(a)

(b)

(c)

(d)

(e)

附 錄

(一) 氣 壓 計 高 度 之 校 正

欲使水銀氣壓計高度校正至 0°C., 可記取氣壓計附近之溫度, 由下表中查得在該溫度時之校正數, 然後由氣壓計高度減去之即得。

A 黃銅標尺之氣壓計:

溫 度 (°C.)	校 正 數 (mm.)	溫 度 (°C.)	校 正 數 (mm.)	溫 度 (°C.)	校 正 數 (mm.)
5	0.61	12	1.47	19	2.33
6	0.73	13	1.59	20	2.45
7	0.86	14	1.72	21	2.58
8	0.98	15	1.84	22	2.70
9	1.10	16	1.96	23	2.82
10	1.22	17	2.08	24	2.94
11	1.35	18	2.21	25	3.07

B 玻璃標尺之氣壓計:

溫 度 (°C.)	校 正 數 (mm.)	溫 度 (°C.)	校 正 數 (mm.)	溫 度 (°C.)	校 正 數 (mm.)
5	0.65	12	1.56	19	2.48
6	0.78	13	1.69	20	2.61
7	0.92	14	1.83	21	2.75
8	1.04	15	1.96	22	2.87
9	1.17	16	2.09	23	3.00
10	1.30	17	2.21	24	3.13
11	1.44	18	2.35	25	3.27

(二) 飽和水蒸氣壓力

溫度 (°C.)	水蒸氣壓力 (mm.)	溫度 (°C.)	水蒸氣壓力 (mm.)	溫度 (°C.)	水蒸氣壓力 (mm.)
0	4.57	10	9.14	20	17.36
1	4.91	11	9.77	21	18.47
2	5.27	12	10.43	22	19.63
3	5.66	13	11.14	23	20.86
4	6.07	14	11.83	24	22.15
5	6.51	15	12.67	25	23.52
6	6.97	16	13.51	26	24.96
7	6.47	17	14.40	27	26.47
8	7.99	18	15.33	28	28.07
9	8.54	19	16.32	29	29.74

(三) 儀器用具

A 公用之儀器：——

臺平及砝碼(每十人一具)

氣壓計

精確天平及砝碼(每五人一具)

製造氫氣之 Kipp 發生器(每十人一具)

製造硫化氫之 Kipp 發生器(每十五人一具)

測求空氣組成之裝置(實驗 5, 第 4 圖, 每五人一具)

例解氫氣還原性質之裝置(實驗 10, 第 7 圖, 每十人一具)

導電性測驗器(每十人一具)

電筒

B 由學生向用品室具領並負責歸還之儀器用具：—

	實驗
測求氧氣密度之裝置(第5圖)	7
抽氣過濾裝置(附 Büchner 漏斗)	15, 32, 54, 64
粗玻璃管(徑 2cm., 長 100cm.)	6
燃燒瓷艇	6
滴定管	17, 18, 24, 42, 57
量氣管, 50c.c.	21
量瓶, 250c.c., 100c.c.	24
吸量管, 50c.c., 25c.c., 10c.c.	14, 24, 42
Mohr 氏吸量管, 2c.c., 5c.c.	39, 42, 46, 47, 48
卡計	25
鉛皿	28
接觸法製造硫酸之裝置(第15圖)	30
鉑絲或鎳鉻合金絲	36, 55, 56, 62, 63
羊皮紙	37
Nessler 氏比色管(連架)	48
普通溫度計(0°—100°C.)	—————
精確溫度計(0.1°C.)	25, 51
電解裝置(U形管及電極)	53
蓄電池	53
鈷玻片	55
熱水過濾器	15
吹管	66
三角銼	—————
集氣水槽	4, 35

實驗

錐形燒瓶, 125c.c., 250c.c., 50c.c.	15, 42, 45, 57
燒瓶, 平底, 125c.c., 250c.c.	—
細口玻璃瓶, 500c.c.	57
大號量筒(或無標度之圓筒), 1000c.c.	21
魚尾燈頭	—
鐵製坩堝	61

C 專供學生個人應用之儀器用具(由學生負責保管): —

1 量筒, 10c.c.	1 量筒, 100c.c.	1 燒杯, 100 c.c.
1 燒杯, 250c.c.	1 燒杯, 400c.c.	1 燒杯, 600c.c.
4 廣口瓶, 250 c.c.	1 燒瓶, 平底, 500c.c.	1 硬質試管, 125 × 15mm.
8 試管, $6 \times \frac{5}{8}$ in.	(配裝洗瓶之用)	1 硬質試管, 200 × 25mm.
1 淺玻璃皿 $2\frac{1}{2}$ in.	1 淺玻璃皿, $3\frac{1}{2}$ in.	4 玻璃片, 10 × 10 cm.
1 漏斗(長柄)	1 漏斗管(即長頸漏斗)	1 玻璃棒, 長 15cm.
1 坩堝及蓋(15c.c.)	1 蒸發皿, 60mm.	1 蒸發皿, 80 cm.
1 研鉢(連杵)	1 陶土三角架	1 鐵架(瓶夾及鐵圈各一)
1 滴定管夾	1 坩堝鉗	1 試管夾
1 本生燈(連橡皮管)	1 三足鐵架	1 漏斗架
1 燒勺		

D 由學生臨時向用品室購置之用具: —

試管刷	濾紙	火柴	軟木塞
鉗網	玻璃管	橡皮塞	除垢粉