

遵照教育部頒布修正課程標準編輯

新課程標準世界中學教本

高級中學學生用

高中新化學

下 冊

編著者 魏福嘉

世界書局印行

下 册 目 次

第二十一章 矽與硼

(一) 矽及其化合物

226. 矽.....1	231. 水玻璃.....3
227. 矽之製法.....1	232. 碳化矽.....4
228. 矽之性質.....1	233. 四氯化矽.....4
229. 二氧化矽.....2	234. 矽酸.....5
230. 石英玻璃.....3	

(二) 硼及其化合物

235. 硼.....5	237. 硼酸.....6
236. 硼之製法及性質.....5	238. 硼砂.....6

第二十二章 矽酸鹽工業

239. 矽酸鹽工業之意義.....8	242. 陶瓷器.....10
240. 玻璃.....8	243. 水泥.....11
241. 珐瑯.....10	

第二十三章 電氣化學

244. 金屬之游子化傾向...13	246. 簡單之電池.....14
245. 電離溶壓及金屬之電 化序列.....13	247. 電解及分解電壓.....15
	248. 法拉第之定律.....15

第二十四章 鹼族元素及其化合物

249. 鹼族元素.....17	
------------------	--

(一) 鈉

250. 鈉	17	252. 鈉之性質	18
251. 鈉之製法	17	253. 鈉之用途	19

(二) 鈉之化合物

254. 食鹽	19	258. 碳酸鈉之工業的製法	23
255. 氫氧化鈉之製法	20	259. 碳酸鈉之性質及用途	25
256. 氫氧化鈉之性質及用 途	22	260. 碳酸氫鈉	25
257. 碳酸鈉	22	261. 氧化鈉及過氧化鈉 ...	25

(三) 鉀及其化合物

262. 鉀	26	267. 硝酸鉀	27
263. 鉀之製法與性質	26	268. 黑色火藥	28
264. 鉀之化合物	26	269. 氰化鉀	29
265. 溴化鉀及碘化鉀	27	270. 焰色反應	29
266. 氯酸鉀	27		

第二十五章 鹼土族元素及其化合物

271. 鹼土族元素	30
------------------	----

(一) 鈣及其化合物

272. 鈣之所在	30	278. 氟石	32
273. 鈣之製法	30	279. 碳化鈣	32
274. 鈣之性質	31	280. 碳酸鈣	33
275. 氧化鈣	31	281. 硬水及軟水	33
276. 氫氧化鈣	31	282. 硬水之軟化法	34
277. 三合土	32	283. 石膏	34

(二) 鋇與鋇及其化合物

284. 鋇與鋇	35	285. 鋇與鋇之化合物	35
----------------	----	--------------------	----

286. 鹼土族元素之焰色反	應	36
----------------	---	----

第二十六章 鎂族元素及其化合物

287. 鎂族元素	37
-----------	----

(一) 鎂及其化合物

288. 鎂之所在	37	291. 氧化鎂	39
289. 鎂之製法及性質	37	292. 氯化鎂及硫酸鎂	39
290. 鎂之性質	38		

(二) 鋅及其化合物

293. 鋅鑛	40	297. 氧化鋅	41
294. 鋅之冶金	40	298. 氯化鋅	42
295. 鋅之性質	41	299. 硫酸鋅	42
296. 鋅之用途	41		

(三) 鎘及其化合物

300. 鎘	42	301. 鎘之化合物	43
--------	----	------------	----

(四) 汞及其化合物

302. 汞	43	305. 汞之用途	44
303. 汞之冶金	43	306. 汞之化合物	44
304. 汞之性質	43		

第二十七章 鋁及其化合物

(一) 鋁

307. 鋁之所在	46	310. 鋁之用途	48
308. 鋁之製法	46	311. 鋁熔接劑	48
309. 鋁之性質	47		

(二) 鋁之化合物

312. 氧化鋁	49	313. 人造寶石	49
----------	----	-----------	----

314. 氫氧化鋁	50	316. 明礬	51
315. 硫酸鋁	50	317. 複鹽	52

第二十八章 錫鉛及其化合物

(一) 錫

318. 錫	53	320. 錫之性質	53
319. 錫之冶金	53	321. 錫之用途	54

(二) 錫之化合物

322. 氯化亞錫	54	325. 氯化錫	56
323. 氫氧化亞錫	55	326. 硫化錫	56
324. 硫化亞錫	56	327. 廣義之氧化及還原	57

(三) 鉛

328. 鉛	57	330. 鉛之性質	58
329. 鉛之冶金	57	331. 鉛之用途	58

(四) 鉛之化合物

332. 鉛之氧化物	58	334. 鉛白	59
333. 醋酸鉛	59	335. 硫化鉛	59

第二十九章 鉻族元素及錳之化合物

336. 鉻族元素	61
-----------------	----

(一) 鉻及其化合物

337. 鉻	61	341. 鉻之三價化合物	62
338. 鉻之性質	61	342. 鉻之六價化合物	63
339. 鉻之用途	62	343. 鉻明礬	64
340. 鉻之二價化合物	62		

(二) 鉍錳鉍及其化合物

344. 鉍	64	345. 錳	65
--------------	----	--------------	----

346. 鈾	65	349. 錳之四價化合物	67
347. 錳	66	350. 錳之六價及七價化合物	67
348. 錳之二價及三價化合物	66	351. 高錳酸鉀之氧化作用	68

第三十章 鐵族元素及其化合物

352. 鐵族元素	70
-----------------	----

(一) 鐵

353. 鐵之所在	70	358. 特殊鋼	74
354. 鐵之冶金	70	359. 純鐵之製法與性質	75
355. 生鐵	71	360. 磁性鐵	76
356. 鍛鐵	72	361. 鐵之生銹	76
357. 鋼	72		

(二) 鐵之化合物

362. 鐵之二價化合物	76	365. 鉛鹽之特性	79
363. 鐵之三價化合物	77	366. 藍黑墨水	80
364. 鐵之錯鹽	78	367. 藍色晒圖	80

(三) 鈷與鎳

368. 鈷	80	370. 鎳	81
369. 鈷之簡單化合物	80	371. 鎳之簡單化合物	81

第三十一章 銅族元素 鉑族元素 合金

372. 銅族元素	83
-----------------	----

(一) 銅及其化合物

373. 銅之所在	83	376. 銅之用途	84
374. 銅之冶金	83	377. 銅之化合物	85
375. 銅之性質	84	378. 銅化合物	85

379. 銅之錯鹽 86

(二) 銀及其化合物

380. 銀之所在 86

381. 銀之冶金 86

382. 銀之性質 87

383. 銀之用途 87

384. 銀之化合物 87

385. 硝酸銀及氧化銀 87

386. 鹵素化銀 88

387. 銀之錯鹽 88

388. 照相術 89

(三) 金及其化合物

389. 金 89

390. 採金法 90

391. 金之性質 90

392. 金之用途 90

393. 金之化合物 91

394. 鉑族元素 91

395. 鉑之冶金 91

396. 鉑之性質 92

397. 鉑之用途 92

398. 合金與金相學 92

399. 因溶體之合金 93

400. 合金中之金屬化合物 93

401. 輕合金 93

402. 共熔合金 93

403. 易熔合金 94

404. 合金之特異性及實用
合金 94

第三十二章 放射性元素 原子構造論

405. 放射性元素 97

406. 放射性元素之鑑識法 97

407. 放射線 98

408. 放射性元素之崩壞 99

409. 同位元素 100

410. 放射性元素發見後所

給予吾人之教訓 101

411. 原子之構造與原子核 101

412. 核外電子與原子序數 102

413. 核外電子之配列與原
子價 102

414. 原子之構造與週期律 104

第三十三章 烴及石油

415. 有機化合物.....107	416. 碳化氫(炔).....108
(一) 鏈炔	
417. 甲烷.....108	420. 甲烷之同系物.....111
418. 乙烯.....109	421. 鏈炔之各系.....111
419. 乙炔(電石氣).....110	422. 鏈炔之衍生物.....113
(二) 石油	
423. 石油之分餾.....115	

第三十四章 煤之乾餾與環炔

(一) 煤之乾餾	
424. 煤之乾餾.....118	426. 焦煤及氣碳.....118
425. 煤氣.....118	427. 煤焦油.....118
(二) 環炔	
428. 苯.....119	430. 萘.....120
429. 甲苯.....119	431. 蒽.....120

第三十五章 醇類 酚類 醚類 醛類 酮類

(一) 醇類與酚類	
432. 醇類與酚類.....121	436. 雜醇油.....125
433. 甲醇.....122	437. 酚.....125
434. 乙醇.....122	438. 甲酚.....125
435. 酒類.....124	
(二) 醚類	
439. 醚類.....126	441. 甲醚.....127
440. 乙醚.....127	
(三) 醛類與酮類	
442. 醛類與酮類.....128	443. 蟻醛.....128

444. 醋醛.....129	445. 木酮.....130
-----------------	-----------------

第三十六章 有機酸 酯

(一) 有機酸

446. 有機酸.....131	451. 醇酸.....134
447. 蟻酸.....131	452. 水楊酸.....135
448. 醋酸.....132	453. 沒食子酸.....136
449. 高級脂肪酸.....132	454. 鞣酸.....137
450. 多元酸.....133	

(二) 酯

455. 酯.....137	460. 甘油.....140
456. 醋酸乙酯.....138	461. 肥皂.....141
457. 果香精.....139	462. 硝化甘油.....141
458. 脂肪及油.....139	463. 蠟.....142
459. 硬化油.....140	464. 蠟燭.....142

第三十七章 醣類 纖維素工業

(一) 醣類

465. 碳水化合物.....143	467. 式醣類.....144
466. 單醣類.....143	468. 多醣類.....146

(二) 纖維素工業

469. 紙.....147	471. 人造絲.....149
470. 絲光紗.....148	472. 硝酸纖維素.....149

第三十八章 烯萜類 樟腦類 質鹼類 染料 蛋白質

(一) 烯萜類

473. 脂肪族環烴.....151	474. 烯萜類.....151
--------------------	------------------

475. 松脂油.....151 | 476. 彈性橡膠.....152

(二) 樟腦類

477. 樟腦.....152 | 479. 薄荷腦.....153

478. 龍腦.....153

(三) 廣鹼類

480. 廣鹼類.....153 | 483. 嗎啡鹼.....154

481. 菸鹼.....154 | 484. 金雞納霜.....154

482. 咖啡鹼.....154

(四) 染料

485. 染料.....154 | 488. 茜素.....156

486. 發色團及助色團.....155 | 489. 硫化染料.....157

487. 藍靛.....155

(五) 蛋白質

490. 蛋白質.....157 | 491. 尿素.....159

第三十九章 膠體 食物

(一) 膠體

492. 晶體與膠體.....160 | 495. 膠溶體之光學性質.....162

493. 物質之膠體狀態.....161 | 496. 膠溶體之膠凝體化.....163

494. 膠體溶液之生成.....161

(二) 食物

497. 食物之化學組成與營.....164

- 養素.....163 | 498. 食物之營養價.....164

499. 活力素.....165

第四十章 化學與國防

500. 化學與國防之關係.....168 | 503. 毒氣之防禦.....171

501. 火藥.....168 | 504. 煙幕.....171

502. 毒氣.....170

第二十一章 矽與硼

(一) 矽及其化合物

226 矽

地球上之元素除氧外以矽(Silicon Si)爲最多,但天然無游離之矽,多成爲氧化物及矽酸鹽而存在,爲構成地殼之主要成分。矽與碳之性質,頗多類似之點,故同屬於一族,但碳爲生物界之重要元素,而矽則爲無機物界之重要元素。岩石及土壤之大部分爲矽化合物,故矽約占地殼之四分之一。

227 矽之製法

取細矽(SiO_2)與鎂粉混合而加熱,則因鎂之還原作用,而矽被游離。



更以稀硫酸溶去此混合物中之氧化鎂(MgO),即得無定形之矽(Amorphous silicon)。

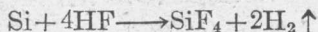
將此褐色之無定形矽,溶於熔解之鋅中而冷卻之,矽即結晶而雜於鋅塊中,用稀硫酸溶去鋅質,即得灰色針狀之結晶形矽(Crystallized silicon)。

228 矽之性質

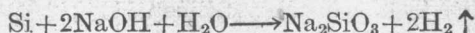
矽之性質與碳相似,有無定形及結晶形之兩種同素異形物,無定形矽之比重爲 2.35;結晶形矽之比重爲 2.5,硬度頗大,融點爲

1420°C。

結晶形矽性頗安定，與金剛石相似，但無定形矽之化學的性質則較為活潑。故無定形矽在空氣中加熱，則易氧化而生成二氧化矽(SiO_2)，結晶形矽則不易氧化。矽不溶解於普通酸類中，但易與氫發生反應，故能溶於氫氟酸中而生成四氟化矽(SiF_4)。



矽又易溶於強鹼類之濃溶液中而生成可溶性之偏矽酸鹽(Metasilicates)。



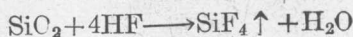
229 二氧化矽

二氧化矽 (Silicon dioxide SiO_2) 又稱矽石 (Silica)。在自然界分佈極廣，其成為結晶形態者為**石英** (Quartz)，即白矽之主成分也。石英之純粹結晶即為**水晶** (Rock crystal)，屬六方晶系，硬度甚大。二氧化矽之不成晶形而存在者如**瑪瑙** (Agate)，**蛋白石** (Opal)，**燧石** (Flint)等皆是也。

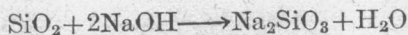


圖 91. 水晶

矽石融點頗高，約為 1600°C，故又用為耐火材料。石英已熔解後即不復結晶。矽石之比重為 2.66。不溶於普通酸類，但易受氟化氫之侵蝕而生成四氟化矽之氣體。



矽石與鹼類共熱，亦易發生作用。例如，矽石與苛性鈉共熱，使之熔解，即生下述之變化：



230 石英玻璃

石英用氫氧焰或電爐燒熔之，凝固後即成玻璃狀物，稱為**石英玻璃** (Quartz glass)，可製種種有用之器皿以供實驗室及醫院或工場之用。石英玻璃不獨熔點較高，且膨脹係數 (Coefficient of expansion) 亦極小，約為 0.000005，

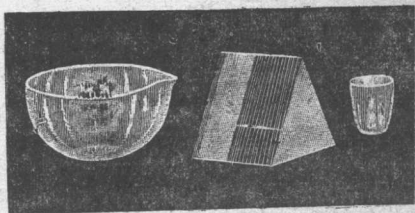


圖 92. 石英玻璃製品

僅居玻璃膨脹係數之 $\frac{1}{16}$ ，故

能抵抗溫度之劇變而不易破碎。例如，用石英玻璃可製成坩堝，蒸發皿及三稜鏡等以供實驗室之用；或利用其能透過紫外線 (Ultra violet rays)，而製成**石英水銀燈** (Quartz lamp) 以供醫療之用。

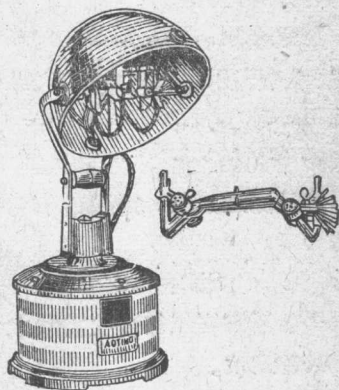
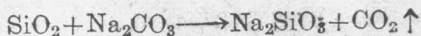


圖 93. 石英水銀燈

231 水玻璃

如前節所述，矽石與鹼類共熱使熔，即生成**偏矽酸鹽**。普通用碳酸鈉與矽石共溶，即得**偏矽酸鈉**。



長時間加熱蒸發之，即得膠狀之黏稠溶液，狀似熔解之玻璃，普通稱為**水玻璃** (Water glass)。水玻璃完全為偏矽酸鹽，溶於水則呈鹼

性，因矽酸爲弱酸故也。

水玻璃常用爲廉價肥皂之混劑，又用於防火防水塗料之製造。

232 碳化矽

白砂與焦煤及少許食鹽之混合物，用電爐加熱如圖 94，即生成碳化矽 (SiC)，普通稱爲“金剛砂”(Carborundum)。

$\text{SiO}_2 + 3\text{C} \rightarrow \text{SiC} + 2\text{CO} \uparrow$
金剛砂之純者爲無色透明之結晶，但普通多爲黑紫色而有光輝之固體，質堅硬，較之金剛石僅略遜一籌。故現今多用之爲人造砥石及研磨粉之重要原料。

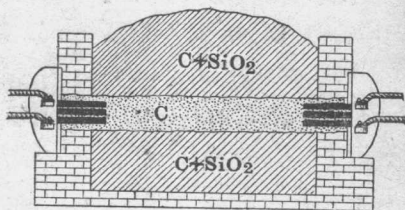
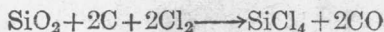


圖 94. 金鋼砂之製造

233 四氯化矽

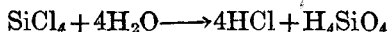
使乾燥之氯氣，通過矽石與碳之強熱混合物，即生成四氯化矽。



四氯化矽遇濕空氣即發生霧狀之白煙，因吸收水分而生成無數之矽酸微粒之故。



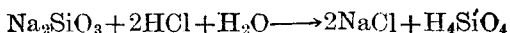
圖 95. 烟幕



四氯化矽與氨合用，則發烟更濃，故在軍事上可用為烟幕 (Smoke screen) 之發烟劑。烟幕發烟劑之種類頗多，此僅其中之一。

234 矽酸

水玻璃之水溶液中，如加入鹽酸，即生成白色膠狀之沉澱，其主要成分為正矽酸 (Ortho-silicic acid H_4SiO_4)。



膠狀矽酸如加熱而乾燥之，即脫去水分而成為矽石，故矽石又可稱為矽酸酐 (Silicic acid anhydride)。正矽酸如失去一分子之水，即成為偏矽酸 (Metasilicic acid H_2SiO_3)，然純粹之正矽酸或偏矽酸，吾人現今尚無法可以製得。矽酸鹽之種類甚多，天產者多為正矽酸或偏矽酸之複鹽。

(二) 硼及其化合物

235 硼

硼 (Boron B) 之性質與矽相似，但矽為四價元素，在元素週期表上，屬於第四族，而硼則為三價元素，在週期表上屬於第三族。

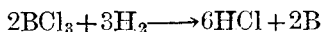
天然無游離之硼，多成為硼酸 (Boric acid H_3BO_3)，硼砂 (Borax $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$) 等化合物而存在。

236 硼之製法及性質

普通由氧化硼 (Boron oxide B_2O_3) 之還原以製硼。但氧化硼與矽石相似，性安定而不易分解，故須用製矽之法，與鎂粉混合加熱，則硼即還原。



用鹽酸溶去氧化鎂，使硼分離。但如此製得之硼，常混有硼化鎂 (Magnesium boride Mg_3B_2) 而不易分離。製純硼之法，可用氯化硼 (Boron trichloride BCl_3) 之汽與氫氣之混合氣體，以電弧加熱製之。



硼為黑色無定形之粉末，硬度甚大，加熱至 $1600^\circ C$ 以上即昇華。與濃硝酸或濃硫酸加熱，即化為硼酸，與鹼類共熱，即發生氫氣而溶解，其性質正與砂相似也。

237 硼酸

天然之硼酸 (Boric acid H_3BO_3) 及硼酸鹽 (Borates)，多產於火山地帶。例如在意大利之塔斯甘尼 (Tuscany) 地方，由地下噴出之水汽中，即含有多量之硼酸，凝縮蒸發之，即得硼酸之結晶。在實驗室中製硼酸之法，可於硼砂之溶液中注加濃鹽酸，加熱後冷卻之，即得白色鱗片狀之硼酸結晶。



硼酸為鱗片狀而有光澤之結晶。難溶於冷水，而易溶於熱水，酸性甚弱。加熱至 $100^\circ C$ 即失去一分子之水，而生成偏硼酸 (Metaboric acid H_3BO_2)。加熱至 $140^\circ C$ ，即更失去一部分之水，而生成四硼酸 (Tetraboric acid $H_2B_4O_7$)，即焦硼酸 (Pyroboric acid)。更強熱之即失去一切之水，而成為氧化硼 (B_2O_3)，故氧化硼又可稱為硼酸酐 (Boric acid anhydride)。

硼酸為無毒性之殺菌劑及防腐劑，故醫藥及衛生方面常用之。

238 硼砂

在硼酸鹽中，偏硼酸鹽及焦硼酸鹽均甚安定，其中硼砂 (Borax $Na_2B_4O_7 \cdot 10H_2O$) 為最普通之硼酸鹽。硼砂為四硼酸鈉 (Sodium

tetraborate), 含 10 分子之結晶水, 爲無色之結晶, 我國西藏多產之。因其爲弱酸與強鹼之化合物, 故溶於水即呈鹼性。

加熱於硼砂即膨脹成泡狀而漸次失去其結晶水, 融後而放冷之, 則凝成玻璃狀。此因失去結晶水後, 四硼酸鈉已變更其結合狀態爲 $2\text{NaBO}_2 \cdot \text{B}_2\text{O}_3$ 之故, 此物當熔解時能溶解種種金屬而呈其特有之色, 蓋因分子中之 B_2O_3 能與金屬(以 M 表之)之氧化物發生作用而生成 $M(\text{BO}_2)_n$ 之故也。因此吾人在實驗室中, 可利用硼砂之此種性質, 以供定性分析上鑑定金屬之用, 即所謂**硼砂球檢驗**(Borax bead test)也。

【實驗60】**硼砂球檢驗** 用一帶鉑絲之玻璃棒, 將鉑絲之一端作成小環狀, 燒熱後蘸少許硼酸粉末再燒之, 即膨脹成泡狀, 不久即熔解成無色透明之玻璃狀小球, 乘熱時蘸取少許之氧化銅粉末而再燒之, 即現出綠色, 放冷之即呈藍色。

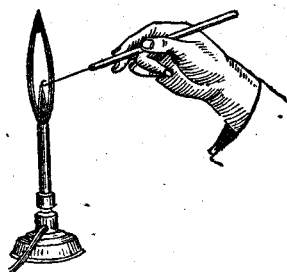
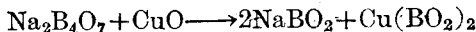


圖 96. 硼砂球檢驗之實驗



故金屬之焊接時, 常利用硼砂以除去金屬接合面之鏽, 而使之易於焊接。

問 題

1. 碳, 矽, 硼三元素之性質有何異同?
2. 矽石之用途如何? 試詳述之。
3. 硼砂之水溶液呈鹼性反應, 理由何在?
4. 硼砂一公斤中所含有之結晶水, 共重若干?
5. 碳與矽石共熱時, 有時生成矽, 有時生成碳化矽, 何故?