

中央人民政府高等教育部推薦

高等學校教材試用本

普通化學作業和問題

Н. Л. ГЛИНКА 著

北京工業學院編譯室
南開大學化學系無機化學教研組



商務印書館

中央人民政府高等教育部推薦
高等學校教材試用本



普通化學作業和問題

Н. Л. 格 琳 卡 著

北京工業學院編譯室譯
南開大學化學系無機化學教研組

商 務 印 書 館

本書係根據蘇聯國立化學出版社 (Государственное научно-техническое издательство химической литературы) 出版的格琳卡 (Н. Л. Глинка) 著“普通化學作業和問題” (Задачи и упражнения по общей химии) 1952年版譯出。原書經蘇聯高等教育部審定為高等學校非化學系教學參考書。

本書包括八百多個有關普通化學各部分的作業和練習。在各章的開始部分都簡單地敘述了有關部分的基本概念和理論，並且分析若干典型作業的解題方法。

本書由北京工業學院編譯室和南開大學化學系無機化學教研組合譯。北京工業學院編譯室的初譯稿，曾經該校無機化學教研組校訂。

普通化學作業和問題

北京工業學院編譯室譯
南開大學化學系無機化學教研組

★ 版權所有 ★

商務印書館出版

上海河南中路二一一號

新華書店華東總分店 總經售

上海南京西路一號

商務印書館上海廠印刷

(58321)

1954年2月初版 版面字數179,000

印數1—8,000 定價¥11,000

上海市書刊出版業營業許可證出〇二五號

第四版序言

本版和 1950 年所出的第三版並無很大的變動，僅作了一些校閱上的修改，並且改正了一些已經發現的錯誤和誤植。

在第一版的序言裏已經指出，作者在選擇作業時曾部分地採用了一些外國的和本國的資料。其中若干作業（有時稍加改編）取自 Я. Л. Гольдфарб, Л. М. Сморгонский 和 Ю. В. Ходаков 編寫的「普通化學作業和練習彙編」。例如作業第 172, 296, 440, 649, 654, 683 等都是從該彙編中所選的材料。

作者殷望讀者能對本書惠賜批評和意見

作 者 1951年3月

本書第五版是根據第四版未加改變而刊印的。

除了在本書的各作業裏已經給出原子量的情況外，
解答各作業時可用下列已經化成整數的原子量。

氮	N 14	錳	Mn 55
鋁	Al 27	銅	Cu 64
氫	Ar 40	鉬	Mo 96
鋇	Ba 137	砷	As 75
硼	B 11	鈉	Na 23
溴	Br 80	氛	Ne 20
鈳	V 51	鎳	Ni 59
鉍	Bi 209	錫	Sn 119
氫	H 1	鉑	Pt 195
鎢	W 184	汞	Hg 201
氦	He 4	鉛	Pb 207
鐵	Fe 56	硫	S 32
金	Au 197	銀	Ag 108
碘	I 127	銻	Sb 122
鎘	Cd 112	碳	C 12
鉀	K 39	磷	P 31
鈣	Ca 40	氟	F 19
氧	O 16	氯	Cl 35.5
矽	Si 28	鉻	Cr 52
鎂	Mg 24	鋅	Zn 65

中央人民政府高等教育部推薦 高等學校教材試用本的說明

充分學習蘇聯的先進經驗，根據國家建設需要，設置專業，培養幹部，是全國高等學校院系調整後的一項重大工作。在我國高等學校裏，按照所設置的專業試用蘇聯教材，而不再使用以英美資產階級教育內容為基礎的教材，是進一步改革教學內容和提高教學質量的正確方向。

一九五二年九月二十四日人民日報社論已經指出：‘蘇聯各種專業的教學計劃和教材，基本上對我們是適用的。它是真正科學的和密切聯系實際的。至於與中國實際結合的問題，則可在今後教學實踐中逐漸求得解決。’我們現在就是本着這種認識來組織人力，依照需要的緩急，有計劃地大量翻譯蘇聯高等學校的各科教材，並將繼續向全國推薦，作為現階段我國高等學校教材的試用本。

我們希望：使用這一試用本及今後由我們繼續推薦的每一種試用本的教師和同學們，特別是各有關教研組的同志們，在教學過程中，對譯本的內容和譯文廣泛地認真地提出修正意見，作為該書再版時的參考。我們並希望各有關教研組在此基礎上逐步加以改進，使能結合中國實際，最後能編出完全適合我國需要的新教材來。

中央人民政府高等教育部

目 錄

序言

第一章 複雜物質的組成1

1. 化合物的重量組成1
2. 當量。倍比定律3

第二章 氣體定律。定氣體和蒸氣的分子量7

1. 基本氣體定律7
2. 氣體的分壓力11
3. 亞佛加德羅定律。反應氣體的體積關係14
4. 氣體的克分子體積17
5. 氣體的重量。氣體的密度21
6. 氣體狀態物質的分子量25
7. 克萊普朗方程式及其在氣體計算中的應用27

第三章 原子量的測定31

1. 根據某元素的化合物的分子量測定它的原子量31
2. 根據元素的原子熱容定原子量32

第四章 求化學式36

1. 求簡單化學式36
2. 求真正化學式38

第五章 原子價。根據原子價定化學式 41

第六章 無機化合物的分類44

1. 氧化物 44
2. 酸類 46
3. 鹼類 47
4. 雙性氫氧化物 48
5. 鹽類 48
6. 定鹼和鹽的化學式 49
7. 製取酸、鹼和鹽的重要方法 50

第七章 關於化學反應式的計算56

第八章 熱化學反應式和計算63

第九章 原子和分子結構69

第十章 化學平衡76

1. 化學反應速度。平衡系統的計算 76
2. 化學平衡的移動 81

第十一章 溶液90

1. 溶液的濃度	90
2. 溶解度	96
3. 溶解熱與水合熱	100
4. 溶液的滲透壓	102
5. 溶液的蒸氣壓	105
6. 溶液的冰點和沸點	107
第十二章 電離學說	112
1. 電離度	112
2. 離子濃度和離子平衡	118
3. 溶度積	124
4. 離子反應及離子反應式	129
5. pH 值	134
6. 鹽的水解	137
第十三章 錯化合物	141
第十四章 門捷列夫的元素週期系	146
1. 元素性質對它們原子結構的依賴關係	146
2. 放射性元素。位移定律。同位素	150
第十五章 氧化-還原反應	156
第十六章 化學變化與電流	164
1. 電動次序	164
2. 原電池	164
3. 電解	169
4. 電解定律	172
第十七章 合金	178
第十八章 化學元素及其化合物的性質	183
1. 氫。惰性氣體	183
2. 鹼素	184
3. 氧族元素	185
4. 氮族元素	188
5. 碳與矽	192
6. 週期系第一族金屬	194
7. 週期系第二族金屬	196
8. 週期系第三及第四族金屬	199
9. 週期系第六、七及第八族金屬	201
10. 補充問題與作業	204
附錄	207
第一表 自 0° 至 100° 的水蒸氣壓	207
第二表 在 18° 時一些鹼溶液的比重	207
第三表 在 18° 時一些酸溶液的比重	208
對數表	209
作業答案	211

普通化學作業和問題

第一章 複雜物質的組成

1. 化合物的重量組成

複雜物質(化合物)的組成是用生成這個複雜物質的各元素的重量比表示出來的。

在一般情況下,採用由幾種單質製成複雜物的方法(綜合法)或用分解複雜物質為幾種單質的方法(分析法)以確定它的組成。

例題 1. 測定氧化鎂的組成時,燃燒 6 克鎂得到 10 克氧化鎂,因此在 10 克氧化鎂中就含有 6 克鎂和 4 克氧;即鎂與氧是以 $6:4=3:2$ 的重量比互相化合的。這個比例也就表示出氧化鎂的組成。

例題 2. 電解某固定量的水得到 0.5 克氫和 4 克氧。由此數據直接就得到一個結論:水的組成可以用 $0.5:4$ 或 $1:8$ 的比值表示出來;換一句話,就是在水中每含一單位重量的氫就有八單位重量的氧。

我們常用百分率表示複雜物質的組成,就是把 100 分成若干部分,而這些部分之比相當於該物質的組成比。例如,可用百分率把前面所求得的氧化鎂的組成表示如下:

$$\text{鎂} \quad \frac{100 \times 3}{5} = 60\%,$$

$$\text{氧} \quad \frac{100 \times 2}{5} = 40\%.$$

實際上不僅能用綜合法或分解法來測定複雜物質的組成,同時藉有該物質參加的化學反應,或藉產生該物質的化學反應也可以測定它

的組成。

例題 3. 用碳還原 8 克氧化銅生成 2.2 克二氧化碳。可藉 3 : 8 的比值表示二氧化碳的組成(即每有三單位重量的碳,就有八單位重量的氧),試求氧化銅的組成。

解. 首先按照比例求出在 2.2 克二氧化碳中含有多少氧:

$$\frac{2.2 \times 8}{11} = 1.6 \text{ 克氧。}$$

因為這個重量就是在還原前在 8 克氧化銅裏所含的氧的重量,所以在 8 克氧化銅裏銅的重量等於 $8 - 1.6 = 6.4$ 克。

因此,可以用比值: $\text{Cu} : \text{O} = 6.4 : 1.6$ 或 $4 : 1$ 來表示氧化銅的組成。

作 業

1. 製造硫化鐵時,每 4.2 克鐵需用 2.4 克硫。試以最小的整數比和百分率表示出硫化鐵的組成。

2. 分解 7 克溴化鈣得到 5.6 克溴。試以整數比和百分率表示溴化鈣的組成。

3. 燃燒 1.55 克磷得到 3.55 克五氧化二磷。試求五氧化二磷的重量組成。

4. 燃燒某量的碳氫化合物得到 3.3 克二氧化碳與 2.7 克水,試定此碳氫化合物的重量組成(可參看例題 2 和例題 3 裏的二氧化碳和水的組成)。

5. 燃燒 1.9 克二硫化碳得到 3.2 克二氧化硫。二氧化硫中所含的硫和氧的重量比是 1:1。求二硫化硫的組成,並用百分率表示它。

6. 比值 $\text{Ag} : \text{S} = 27 : 4$ 表示硫化銀的組成。問由 124 克硫化銀能得到幾克銀?

7. 燃燒某量的砷化氫得到 0.66 克亞砷酸酐(含砷 75.8%)和

0.18 克水，試用百分率表示出砷化氫的組成。

8. 燃燒 16 克硫化銅(含銅 80%，含硫 20%)得到 16 克氧化銅和 6.4 克二氧化硫。用最小的整數比表示所得到的各化合物的組成。

9. 某碳氫化合物含氫 25%，含碳 75%。燃燒 20 克此碳氫化合物，能得到多少克水？比值 $H : O = 1 : 8$ 表示水的組成。

10. 分解 50 克碳酸鈣得到 28 克氧化鈣和 22 克二氧化碳。已知氧化鈣中所含的鈣和氧的重量比是 5 : 2，二氧化碳中所含碳和氧的重量比是 3 : 8，計算碳酸鈣的組成。

2. 當量。倍比定律

一元素與 8 單位重量氧或 1 單位重量氫(更精確的數字是 1.008)化合時所需的重量，或由氫或氧的化合物中置換出上述數量的氧或氫時所需該元素的重量稱為該元素的當量。

在化學上當量的意義如下：一切元素都是用與當量成比例的重量互相化合或互相置換(當量定律)。

由當量定律可以直接得出下列結論：

(1) 8 和 1.008 分別是氧和氫的當量。

(2) 已知一元素的當量就可以根據此元素和另一元素所生成的化合物的組成以測定此另一元素的當量。

如果某元素與另一元素能生成幾種化合物，則由不同的化合物所計算出來的當量顯然要有各種不同的數值。但該元素的這些不同的當量值互成簡單的整數比。

當二元素能互相化合成幾種化合物時，若其中一元素在各化合物中有一定的重量，則另一元素在各化合物中的重量成一簡單整數比(倍比定律)。

當量的概念和當量定律也可推廣適用於複雜物質。

複雜物質與一重量單位的氫或 8 重量單位的氧，或者，一般地講，

和任一物質的一個當量完全作用時所需的重量稱為該複雜物質的當量。

根據上述可知一切物質都是用與它的當量成比例的重量互相化合，所以若知某單質或某複雜物同任何一個已知其當量的物質互相化合時的重量關係，就可以測定該單質或該複雜物質的當量。

克當量是以克為單位時的當量。

例題 1. 已知 3 重量單位的鎂能和 2 重量單位的氧互相化合。求鎂的當量。

解。 根據當量定律，鎂與氧互相化合的重量應該和它們的當量成比例。若用 ϑ_{Mg} 表示鎂的當量，並記着氧的當量是 8，就可以寫出下列的比例式

$$3 : 2 = \vartheta_{\text{Mg}} : 8,$$

由此解得

$$\vartheta_{\text{Mg}} = \frac{3 \times 8}{2} = 12.$$

例題 2. 氯化鈣含鈣 36%，含氯 64%。若氯的當量為 35.5，求鈣的當量。

解。 氯化鈣中的鈣和氯是以 36 : 64 的重量比互相化合的。這個比值應該等於它們當量之比。用 ϑ_{Ca} 表示鈣的當量可以得到：

$$36 : 64 = \vartheta_{\text{Ca}} : 35.5,$$

由此解得

$$\vartheta_{\text{Ca}} = \frac{36 \times 35.5}{64} = 20.$$

例題 3. 鈣的當量等於 20，已知從磷酸中用鈣置換氫時每一單位重量的酸就需用 0.612 單位重量的鈣，求磷酸的當量。

解。 用與解以前各例的同樣方法可得出下列比例式

$$1 : 0.612 = \vartheta_{\text{酸}} : 20,$$

由此求得磷酸的當量為：

$$\vartheta_{\text{酸}} = \frac{1 \times 20}{0.612} = 32.7.$$

作 業

11. 燃燒 5 克鋁得到 9.44 克氧化鋁。求鋁的當量。
12. 某金屬的硫化物含該金屬 52%。已知硫的當量為 16, 求該金屬的當量。
13. 把 3.06 克某金屬溶於酸中, 有氫氣放出。在 0° 和 760 毫米水銀柱^① 時測得氫的體積為 2.8 升。求該金屬的當量。
14. 2 克某金屬能從銅鹽溶液中置換出 1.132 克銅。若銅的當量為 31.8, 求此金屬的當量。
15. 1 克某金屬能和 1.78 克硫或 8.89 克溴化合, 已知硫的當量為 16, 求溴和此金屬的當量。
16. 1.6 克鈣和 2.615 克鋅都可從酸中置換出等量的氫。已知鈣的當量為 20, 求鋅的當量。
17. 某金屬的當量為 28。某量此金屬能從酸中置換出 700 毫升的氫(標準狀況^①)。求所用某金屬的重量。
18. 某量的金屬能與 0.2 克氧化合。同量的該金屬也可以和 3.173 克鹵素中的某元素化合。求此鹵素的當量。
19. 一升氧重 1.4 克。已知鎂的當量為 12, 問燃燒 21 克鎂要用多少升氧?
20. 還原 1.8 克某金屬的氧化物用去 833 毫升氫(標準狀況^①)。求此氧化物的當量和該金屬的當量。
21. 某金屬的氧化物含氧 28.57%, 同金屬的氮化物含氮 48.72%。根據這些數據求氮的當量。
22. 溶解 16.86 克某金屬須用當量為 49 的硫酸 14.7 克。求此金屬的當量和在它溶解時所放出的氫的體積。
23. 已知 1.355 克氯化鐵能與當量為 40 的氫氧化鈉 1 克完全化

① 在 0° 和 760 毫米水銀柱時的標準狀況下 1 升氫重 0.09 克。

合。求氯化鐵的當量。

24. 用苛性鈉中和草酸,每 1.125 克酸需用當量為 40 的苛性鈉 1 克。求草酸的當量。

25. 砷可生成兩種氧化物。一種含砷 65.2%, 而另一種含砷 75.8%, 求砷在此兩種氧化物中的當量。此二當量有何關係?

26. 錫能生成兩種氧化物,一種含錫 78.8%, 另一種含錫 88.2%。求錫在這兩種化合物中的當量,並求出所得當量之比。

第二章 氣體定律。定氣體和蒸氣的分子量

1. 基本氣體定律

氣體的狀態是由它的溫度，壓力和體積決定的。若氣體的溫度為 0°C ，壓力為 760 毫米水銀柱，則氣體所處的狀態稱為標準狀態。通常用 v_0 表示氣體在標準狀態時所佔的體積，用 p_0 表示在標準狀態時的壓力。

氣體服從下列各定律：

1. 在恆溫時，一定量氣體的壓力和它的體積成反比（波義爾—馬里奧特定律）。

$$\frac{p}{p_1} = \frac{v_1}{v} \quad \text{或} \quad pv = k (\text{常數}).$$

2. 在恆壓時，一定量氣體的體積隨溫度升高而增大；溫度升高 1°C 所增加的體積等於該定量在 0°C 所佔體積的 $1/273$ （蓋·呂薩克定律）。

$$v = v_0 + \frac{v_0 t}{273} = v_0 \left(\frac{273 + t}{273} \right)$$

式中的 t 為攝氏溫度。

攝氏溫標零下 273° 為絕對溫標的零度^①。把絕對溫度 T ($T = -273 + t$) 代入上式就得到表示同一定律的另一公式。

$$v = \frac{v_0 T}{273} \quad \text{或} \quad \frac{v}{T} = \frac{v_0}{273}.$$

對一定量的氣體而言 $\frac{v_0}{273}$ 是一個常數，所以也可以把上式寫成

$$\frac{v}{T} = \text{常數} \quad \text{或} \quad \frac{v}{T} = \frac{v_1}{T_1}.$$

當壓力不變時氣體的體積與絕對溫度成正比。

① 更準確一些應該是 273.16° 。

若氣體的體積不變，例如在密閉容器中使氣體加熱，則其壓力與絕對溫度成正比。

$$\frac{p}{T} = \frac{p_1}{T_1}.$$

利用以上諸定律可以進行以下各種計算：(1)關於氣體的壓力隨其體積和溫度的變化；(2)關於氣體的體積隨其壓力和溫度的變化。^①

例題 1. 在某溫度時某氣體的體積為 3 升，壓力為 700 毫米水銀柱，若溫度不變，當體積縮小到 2.8 升時，其壓力等於多少？

解. 在一定溫度時，氣體的體積與其壓力的乘積是一個常數。用 p 代表所求的壓力，可以寫出下式：

$$p \times 2.8 = 700 \times 3,$$

解此式得到

$$p = \frac{700 \times 3}{2.8} = 750 \text{ 毫米水銀柱}.$$

例題 2. 27° 時某氣體的體積為 600 毫升。若保持壓力不變，在 57° 時氣體的體積等於多少？

解. 用 v_1 表示所求的體積，用 T_1 表示與此體積相對應的溫度，可以寫出下式

$$\frac{v}{T} = \frac{v_1}{T_1}.$$

根據題設： $v = 600$ 毫升， $T = 273 + 27 = 300^\circ\text{K}$ ^②， $T_1 = 273 + 57 = 330^\circ\text{K}$ 。把這些數字代入公式得到

$$\frac{600}{300} = \frac{v_1}{330},$$

由此得到

$$v_1 = \frac{600 \times 330}{300} = 660 \text{ 毫升}.$$

^① 只有理想氣體才準確地服從上述各基本氣體定律。在所設想的理想氣體裏分子是一個點（就是它的分子沒有體積）並且分子間沒有任何相互引力。

真實氣體和上述各定律發生偏差。溫度愈低壓力愈大時，這種偏差也愈大。因此在高壓或低溫時所作的計算祇是近似的計算。

^② $^\circ\text{K}$ 是表示絕對溫度。

例題 3. 15° 時裝有氧氣的鋼筒中的壓力為 90 大氣壓。問在幾度時壓力變成 100 大氣壓？

解。用與解前例題相似的方法可解此題

$$\frac{p}{T} = \frac{p_1}{T_1}.$$

設所求的溫度為 T_1 。根據題設可寫出下列各值： $T = 273 + 15 = 288$, $p = 90$ 大氣壓, $p_1 = 100$ 大氣壓。把這些數值代入上式即得

$$\frac{90}{288} = \frac{100}{T_1},$$

由此得到 $T_1 = \frac{288 \times 100}{90} = 320^\circ \text{K} = 47^\circ \text{C}.$

例題 4. 在 25° 與 745 毫米壓力的條件下某固定量氣體的體積為 152 毫升。求此固定量氣體在 0° 與 760 毫米壓力時的體積（這種計算稱為把氣體的體積變到標準狀態的換算）。

解。先計算當溫度不變壓力增到 760 毫米水銀柱時氣體佔有多大體積 (v_1):

$$\begin{aligned} v_1 \times 760 &= 152 \times 745, \\ v_1 &= \frac{152 \times 745}{760} = 149 \text{ 毫升}. \end{aligned}$$

由此可知在標準壓力下, 在 25° 時氣體的體積為 149 毫升。

現在保持壓力不變, 把溫度降到 0°, 計算氣體的新體積 v_0 。

因為 $v_1 = 149$ 毫升, $T_1 = 273 + 25 = 298^\circ \text{K}$, $T_0 = 273^\circ \text{K}$, 所以

$$\frac{v_0}{273} = \frac{149}{298}, \quad v_0 = \frac{273 \times 149}{298} = 136.5 \text{ 毫升}.$$

把波義爾-馬里奧特定律與蓋·呂薩克定律合併可以得到一個新公式。通常總是用這樣一個公式來表示氣體的體積、壓力和溫度的關係。