

高中化学复习进修书

高中化學復習進修書

張汝訓編

高中化學復習進修書

一九四九年九月初版

一九五一年八月三版

版權所有 翻印必究

編輯者 張 汝 訓

發行者 中國科學圖書儀器公司

發行所
印刷所 中國科學圖書儀器公司
上海(18)延安中路537號

分發行所 中國科學圖書儀器公司
南京：太平路32號
廣州：永漢北路204號

實價 〃

S 10 4/-1.50.10

自序

十餘年來，坊間題解之書，多如雨後春筍。馴至今日，此風未衰。識者譏之，以爲舍本而逐末。其俯拾即是，凌亂無序，掛一漏萬，疊床架屋者，更無論矣。

雖然，設問作答，以言親切有味，簡明易曉，自與教本不同，蓋亦有足多者。編者以爲

一、如能編制嚴密，有系統，無遺漏，不重複；

二、如能集各書之精華，俾其用途，不惟供復習，亦可供進修；

三、如能綜合論述，俾與教本可收互相發明之效；

則此類書籍，容亦未可厚非。

惟是編者倉卒屬稿，疎謬之處，在所難免，高明指正，跂予望之！

一九四九年六月

張汝訓識於江蘇省立常州中學

編輯大意

一、本書內容，較一般高中教本爲豐，程度亦稍高，而篇幅則較少。

二、本書編制，完全採用綜合法，故其面貌，與一般教本不同。

三、本書對於最近化學上之新發展，已注意搜羅。

四、第一編中，關於分壓定律之演證，方程式之鈞衡，化學計算之技巧，電極與銀極之異同，平衡之移動等事，編者濫竽化學講席，亦既三十餘年，不無千慮之一得，未敢一例人云亦云。

五、金屬，非金屬，有機化合物三類，篇幅較多，藉重實用。弗納氏學說，氧化還原電位，鹼與含氧酸之異同，金屬結晶學之類，亦擇要論及，以供參考。

六、本書所設問題，不下三百，其先後詳略，頗費平章。長懸不重複，無遺漏，有系統三信條，以爲鵠的，雖不能至，心嚮往之。

目次

第一編 理論之部

第一類 物質之性質,變化,及種類	1
第二類 分子,原子,與電子	13
第三類 化學式,方程式,氧化與還原	32
第四類 溶體與膠體	56
第五類 電離,電解,與電池	78
第六類 熱化學與化學平衡	93

第二編 化合物之部

第七類 酸類	115
第八類 鹼類	142
第九類 鹽類	159
第十類 氧化物及其他無機化合物	187
第十一類 有機化合物	214

第三編 元素之部

第十二類 週期律與電化次序	258
第十三類 非金屬	278
第十四類 金屬	317
第十五類 放射作用與核反應	373

第一編

理論之部

第一類

物質之性質，變化，及種類

1. 何謂物質？物質與能，物質與物料，物質與物體之區別各安在？分別舉例說明之。

【解】(1)物質之義有二，其一爲對待‘能’(energy)而言之名詞，其原文爲 matter。物質與能，爲自然研究之二種對象。物質占有空間，具有質量；能則反是。例如，金木水火土，所謂五行，其中惟火爲能之表現，其餘則皆爲物質。

(2)物質二字之又一義，則爲對待混合物而言之名詞，在英文中爲 substance，又稱純質(pure substance)。純質者，成均態(homogeneous)而僅含一種分子之物料也，否則爲混合物。例如五行中，金與水爲純質，而木與土，則爲混合物。

(3)對待‘能’而言之物質，日常生活中分之爲各種物料(material)，化學中則分之爲各種純質。一種物料，固不必卽爲一種純質，蓋可以爲混合物之故也。一種純質，有時反可爲數種物料。石墨與金剛石[同素異形物(allotropic forms)有逕作爲相異之物質者]，水與冰，其例也。

(4)言物質，不論其形狀大小輕重。論形狀，大小，輕重時，則所言者，

即為物體(body)。其例如鉛管與鉛球，為同一物質所製之不同物體；而鉛管與鐵管，或鉛球與鐵球，則為不同物質所製之同形物體。

【註】(1)物質與能，初非絕無關係存乎其間。按唯能說(theory of energetics)中，謂物質之不同，其所含內能(internal energy)亦各異，一也。而相對論(theory of relativity)中，謂物質且可轉變為能，其數學關係如下，二也。

$$E = C^2 M \quad (E \text{ 為能量, } M \text{ 為質量, } C \text{ 為光速})$$

或 由 1 [克]之質量，轉變為 9×10^{20} [爾格](erg)之能量。

於今舉世震驚之原子彈，其原理實至簡單，‘鈾’原子核經‘中子’碰撞後，微量之物質，轉變為巨量之能而已。

(2)混合物為不均態(heterogeneous)之物料一語，溶液則為例外。純質僅含一種分子一語，解離(dissociation)與締合(association)現象，則當別論。例如水雖為一種純質，而其中所含之分子，則有 H_2O ， $(H_2O)_2$ ， $(H_2O)_3$ 等數種締合物也。

2. 化學中如何辨認各種物質？物質之大小，輕重，冷熱等，亦為辨認之所資否？

【解】(1)色(color)，臭(odor)，味(taste)，沸點，熔點，密度，溶解度(solubility)，導電性(electrical conductivity)，導熱性(thermal conductivity)，晶形(crytalline form)之類，化學中統稱為物質之物理特性(specific physical property)或物理性質。非同一之物質，決不能有完全相同之物理性質。故物質之物理性質，尤為化學中辨認物質之所資。

(2)大小，輕重，形狀之類，乃物質所成各個物體之屬性(attribute)；冷熱，帶電與否，壓力之大小等，乃物質所處之狀況(condition)。屬性

與狀況，同一物質，不必相同；不同物質，不必不相同。故皆非物質之特性，不足為辨認物質之所資。

【註】(1)密度為特性之一，而體積與重量則否；晶形為特性，而形狀則否，不可不辨也。

(2)屬性所以表記物體，狀況所以申說變化，雖非特性，然亦為化學實驗之重要數據(data)。

3. 何謂化學變化？何謂物理變化？其區別安在？其關係如何？試申論之。

【解】(1)化學變化(chemical change or chemical transformation)與物理變化(physical change)為自然現象(natural phenomenon)中最重要之二類，此外則尚有生理變化，地質變化，氣象變化等。二者之定義與區別見下表，就中以第四項為最重要。

化學變化

1. 將變化之原因除去，不能回復原狀。
2. 變化前後之物質不相同。
3. 變化前後，物質之性質迥異。
4. 改變物質之組成或結構。
5. 分子之改組(分子說)。
6. 原子之結合(原子說)。
7. 電子之授受或共有(原子結構說)。

物理變化

- 將變化之原因除去，即可回復原狀。
- 變化前後，仍為相同之物質。
- 變化前後，物質之性質無甚變更。
- 否。
- 整個分子之變化。

(2)物理變化可以單獨發生，而化學變化則必須有物理變化隨之同時發生。其故無他，化學變化之證實，由於物質物理性質之已變，而物理性質之變更，即為物理變化也。

4. 何謂化學性質？何謂物理性質？

【解】(1)物質之化學性質(chemical property)，實即指其化學變化而言。例如可燃性為氫之化學性質，實即指氫與氧化合成水之變化而

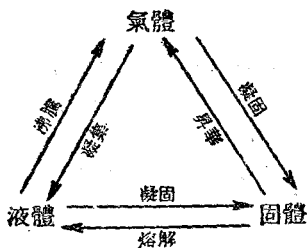
言也。是故化學性質，化學變化，化學作用(chemical action or interaction)與化學反應(chemical reaction)，皆同實而異名耳。

(2)含化學變化言物質平時之性質，概爲其物理性質。物質之辨認，物理性質，較爲便利；化學性質，較爲可靠。例如，金剛石與石墨同爲碳質，其物理性質雖頗不同，而生成二氧化碳則一也。

5. 試舉物質之三態，及其變化之諸名稱，並一一簡釋之。

【解】(1)物態(physical state)者，物質之爲氣態，爲液態，抑爲固態之謂也。至如溶態，甚至膠態(colloidal state)，亦各爲一種物態。

(2)物質之三態及其變化之諸名稱如下：



(3)物質之無一定形狀，且無一定容積者，是爲氣體(gas)。常溫時本爲液態或固態之氣體，即易於液化之氣體，則特稱爲蒸氣(vapor)。

(4)物質之無一定形狀，而有一定容積者，是爲液體(liquid)。常溫時本爲固態之液體，特稱之爲熔融液體(molten or fused liquid)。

(5)物質之有一定容積，且有一定形狀者，是爲固體(solid)。真正固體皆具一定之晶形，否則僅爲過冷液體(supercooled or undercooled liquid)而已。

(6)沸騰(boiling)，凝集(condensation)，熔解(melting or fusion)，凝固(freezing or solidification)，及昇華(sublimation)之定義，觀上表便知。

(7)任何溫度時，液體或固體表面之氣化作用(vaporization)，謂之蒸發(evaporation)，蒸發與沸騰有別。

(8)常溫時本為氣體，特設法降溫增壓，使之變成液體，此種變化，特稱液化(liquefaction)，液化與凝集，亦自不同。

【註】(1)上列諸名詞之界說，欲知其詳，可參考物理學。

(2)沸點，熔點，氣化熱，熔解熱等名詞之定義從略。

6. 試按分子動力論，說明固體，液體，氣體之不同。何謂臨界溫度？何謂揮發液體？

【解】(1)按分子動力論(kinetic molecular theory)，固體，液體，氣體之區別如下：

氣 體	液 體	固 體
分子間之距離最大。	分子間之距離甚小。	分子間之距離最小。
分子不絕移動。	分子不絕滾動。	分子不絕擺動。
含內能最多。	含內能較少。	含內能最少。

(2)是以氣體液化時，一方須增大壓力，以使分子間之距離減小；一方須降低溫度，以減少其內能，使分子由移動而變為滾動。二者實相輔而行，惟減溫之一方面有一限度，是即所謂臨界溫度(critical temperature)。臨界溫度者，氣體液化之最高溫度是也。氣體於其臨界溫度以上，無論壓力如何增大，決無液化之可能。故氣體液化之難易，可據其臨界溫度之高低判之。

(3)液體之沸點較低者，謂之揮發液體(volatil liquid)。至於若何之沸點為高，若何為低，本無定論，大抵以水為準耳。

7. 試述波義耳定律(Boyle's law)與查理定律(Charles' law)。

【解】(1)溫度不變時，定量之任何氣體之容積，恒與其壓力成反比而增減，是為波義耳定律。

(2) 壓力不變時，定量之任何氣體之容積，恒與其絕對溫度成正比而增減，是爲查理定律。

【註】(1) 波義耳定律之公式如下：

$$V : V' = P' : P$$

(2) 查理定律之公式如下：

$$V : V' = T : T' \quad (T^\circ = t^\circ\text{C} + 273^\circ)$$

(3) 合併之，則爲

$$V : V' = \begin{cases} P' : P \\ T : T' \end{cases}$$

即

$$\frac{PV}{T} = \frac{P'V'}{T'}$$

(4) 重量不同時，

$$\left. \begin{matrix} W & V & P & T \\ W & v & P_0 & T_0 \end{matrix} \right\} \quad \frac{PV}{T} = \frac{P_0 v}{T_0} \quad (1)$$

$$\left. \begin{matrix} W' & V' & P' & T' \\ W' & v' & P_0 & T_0 \end{matrix} \right\} \quad \frac{P'v'}{T'} = \frac{P_0 v'}{T_0} \quad (2)$$

據(1)與(2)，知

$$v : v' = \frac{PV}{T} : \frac{P'V'}{T'}$$

因溫度與壓力相同時，則

$$W : W' = v : v'$$

故

$$W : W' = \frac{PV}{T} : \frac{P'V'}{T'}$$

8. 壓力 76 [厘米] (汞柱)，溫度 20°C 時，空氣 13 [立方呎] 重 1 [磅]，試求 55 [厘米]， 15°C 時，900 [立方呎] 空氣之重量。

【解】 (1) $T = 273 + 20 = 293^{\circ}\text{A}$

$$T' = 273 + 15 = 288^{\circ}\text{A}$$

(2) $1 : W = \frac{76 \times 13}{295} : \frac{55 \times 900}{288}$

$$W = 50.98$$

答：55 [厘米]，15°C 時，900 [立方呎]之空氣重 50.98 [磅]。

9. 試述達爾頓分壓定律(Dalton's law of partial pressure)。達爾頓分壓定律，如何由波義耳定律演證之？

【解】 (1)達爾頓之分壓定律，謂：氣體混合物之總壓力，等於其各成分氣體之分壓力之和。分壓力者，假定各成分氣體皆占有與混合物同大之容積時，所生之壓力是也。或謂氣體混合物中，各成分氣體分壓力之於總壓力，亦猶各分容積之於總容積耳。

(2)茲據波義耳定律，演證之如下。 設

v_1 為甲氣體於壓力為 P 時之容積，

v_2 為乙氣體於壓力為 P 時之容積，

V 為其混合物於壓力為 P 時之容積，

則

$$V = v_1 + v_2$$

又設

p_1 為甲氣體於容積為 V 時之壓力，

p_2 為乙氣體於容積為 V 時之壓力，

則按波義耳定律，

$$Pv_1 = p_1V, \quad v_1 = \frac{p_1V}{P}$$

$$Pv_2 = p_2V, \quad v_2 = \frac{p_2V}{P}$$

將 v_1 與 v_2 之值代入上式，則得

$$V = \frac{p_1 V}{P} + \frac{p_2 V}{P} + V \left(\frac{p_1 + p_2}{P} \right)$$

故 $P = p_1 + p_2$

即 $\frac{p_1}{P} = \frac{v_1}{V}; \quad \frac{p_2}{P} = \frac{v_2}{V}$

10. 今有氫氣 3.2 [升], 其壓力為 75 [厘米](汞柱). 設法使之納入一瓶, 瓶內原有空氣 4.8 [升], 其壓力為 50 [厘米]. 試求氫氣納入後, 瓶內氣體之總壓力. 若不納入氫氣, 而納入氧氣, 問需壓力為 52 [厘米]時之氧氣若干[升], 方能令瓶中氣體之總壓力適為 76 [厘米]?

【解】 (1) 氫氣納入後, 其壓力即改為

$$75 \times \frac{3.2}{4.8} = 50 \text{ [厘米]}.$$

(2) 故氫氣與空氣之總壓力為 $50 + 50 = 100$ [厘米].

(3) 欲使氧與空氣之總壓力為 76 [厘米], 則氧之分壓力當為

$$76 - 50 = 26 \text{ [厘米]}.$$

(4) 故所需壓力 52 [厘米]時之氧之容積, 為

$$4.8 \times \frac{26}{52} = 2.4 \text{ [升]}.$$

11. 於集氣槽中捕集氣體時, 若集氣瓶內外液體之表面高低不齊, 將如何計算氣體之壓力? 於水槽中捕集氣體時, 如何校正水蒸氣壓而得正確壓力? 又如何校正空氣中之溼分, 而得乾燥空氣之壓力?

【解】 (1) 設氣壓計上讀得之壓力為 P_B (汞柱高度),

集氣瓶內外液面之差為 d (與 P_B 同單位),

則當液體爲汞(水銀)時, 氣體之正確壓力爲

$$P_G = P_B \pm d$$

(瓶內液面低於瓶外時則加, 瓶內液面高於瓶外時則減,) 而液體爲水時, 則

$$P_G = P_B \pm \frac{d}{13.6} \quad (\text{水銀之比重爲 } 13.6)$$

(2) 設在當時之溫度(讀溫度計)下, 水蒸氣壓(aqueous tension)爲 P_w (與 P_B 同單位), 則按分壓定律,

$$P_G = P_B - P_w$$

(3) 設空氣之溼度(humidity)爲 H , 其露點(dew point)時之水蒸氣壓爲 P'_w , 則乾燥空氣之壓力爲:

$$P_G = P_B - HP_w$$

或

$$P_G = P_B - P'_w$$

12. 17°C ., 755 [毫米] 時, 5 [升] 之空氣中, 含有氮氣若干 [克]? 其時空氣之露點爲 10°C , 氮之重量百分率爲 75.5%, 空氣之密度爲 1.293 [克/升].

【解】 (1) 10°C 時, 水蒸氣壓爲 9.2 [毫米], 故正確壓力爲 $(755 - 9.2)$ [毫米].

(2) 題中 5 [升] 之空氣, 換算至標準狀況時, 其容積爲

$$5 \times \frac{273}{290} \times \frac{755 - 9.2}{760} \text{ [升]}$$

(3) 故所求氮之重量爲

$$5 \times \frac{273}{290} \times \frac{755 - 9.2}{760} \times 1.293 \times \frac{75.5}{100} = 4.51 \text{ [克]}.$$

13. 混合物與化合物之區別安在? 化合物與素質之區別又安

在?

【解】(1)物質大別爲混合物,化合物,素質三大類。

(2)混合物(mixture)與化合物(compound)之區別如下,就中以末二項較爲可靠。

混 合 物

1. 不成均態。
2. 生成時,類無發光發熱等‘能’之變化。
3. 其性質與其成分之性質,無甚差異。
4. 用機械方法,即可分離爲其各成分。
5. 組成不一定。
6. 含數種分子。

化 合 物

1. 成均態。
2. 生成時,往往有發光發熱等‘能’之變化。
3. 其性質與其成分之性質迥異。
4. 非用化學方法,不能分解之爲其各成分。
5. 組成一定。
6. 僅含一種分子

(3) 化合物與素質(simple substance or elementary substance)之區別如下。

素 質

1. 不能被分解爲二種以上更簡單之物質。
2. 不能由二種以上其他物質化合而成。
3. 其分子由一種原子所構成。

化 合 物

1. 能。
2. 能。
3. 其分子由二種以上之原子所構成。

14. 素質與元素二名詞,是異是同? 成分與組成之區別安在?

【解】(1)化合物與素質,皆由元素所構成。由一種元素(element)所構成之純質曰素質;數種元素所構成之純質曰化合物。或謂元素存在之狀態有二,素質中之元素,爲游離狀態或素質狀態(free or elementary state);化合物中之元素,爲固定狀態或化合狀態(fixed or com-

bined state)。元素譬之原料，素質譬之製品。元素指原子言之；素質指分子言之，用分子式表之。其區別蓋如是。

(2)構成化合物之各元素，謂爲化合物之成分(constituent)。集成混合物之各物質，謂爲混合物之成分(component)。組成(composition)者，成分之外，並及其量之多寡之謂也。組成恒以重量言，詳稱之曰重量組成(composition by weight)。其以容積言之者，則稱容積組成(composition by volume)，成分元素之爲氣體者，乃兼用之。

【註】(1)混合物之某一成分特豐者，則其他各成分，皆可稱之爲雜質(impurity)。物質之含雜質者，謂之粗(crude)或不純(impure)；其不含雜質者，則謂之精(refined)或純(pure)。除去雜質之方法，謂之淨化(purification)或精製(refining)。

15. 何謂化學？

【解】(1)化學中研究之項目，其最主要者，爲物質之組成，性質，製法，變化，及其原理等，其次則尚有用途，產地，命名，分類，發見史之類。

(2)物質之用途，繫乎其性質與變化，而此物質之製法，又往往即彼物質之變化。故簡言之，化學者，研究物質之組成，性質，及變化之科學是也。

【註】(1)化學之英文名稱 Chemistry 一字，其源出於拉丁文之 Chemi。Chemi 之義，爲黑色或曾經燃燒(black or burnt)，亦可作埃及的(Egyptian)解。蓋化學一學術，其起源有二，一爲希臘哲學家之玄學；其又一爲埃及人之金屬製作術(The Egyptian art of working metals)故也。