

261332



赤 心 編 著

摄影洗印化学

中 国 电 影 出 版 社

64



統一書号: 15061·75
定 价: 1.30 元

摄影洗印化学

赤心編著

中国电影出版社

1959·北京

摄影洗印化学
赤心編著

*

中国电影出版社出版

(北京西单舍饭寺12号)

北京書刊出版业营业許可証出字第039号

財政出版社印刷厂印刷

新华書店北京发行所发行 全国新华書店經售

*

开本850×1168公厘 印张8·插頁6·字数200,000

1959年11月第1版

1959年11月北京第1次印刷

統一書号: 15061·75 印数1——3,100册

定价: 1.30元

內 容 說 明

本書的藍本原系作者在北京電影學院短訓部洗印訓練班講授洗印化學時所用的講義，在原有的基礎上作了某些修改及補充之後，交付出版。

全書共分九章，分別就感光材料的感光、顯影、定影及輔助加工過程的化學原理和實際的應用作了較系統的講述；對彩色片沖洗的化學原理及某些彩色片的沖洗方法也作了介紹。最後，並介紹了沖洗藥液及藥品的化學分析方法。

本書適于從事電影及攝影洗印工作人員、攝影愛好者及其他有關工作人員在系統地學習攝影化學理論時用作參考。

目次

第一章 基础化学	(1)
一 基础化学知識	(1)
二 酸与碱及其强弱的表示方法	(4)
三 氧化还原反应	(5)
四 溶液	(6)
五 电离学說的基本知識	(12)
六 影响反应速度的因素	(13)
七 有机化学常識	(13)
第二章 照相感光材料的一般性能	(17)
一 照相感光材料的組成和性能	(17)
二 感光材料性能的表示方法	(24)
三 潜影的形成和性質	(29)
第三章 显影过程的化学本質	(37)
一 显影的方法和原理	(37)
二 显影剂的結構和性能	(42)
三 显影液的成分和功用	(50)
第四章 显影液的性能	(62)
一 显影液的成分对照相性能的影响	(62)
二 常用显影液性能的分析	(68)
三 显影条件对照相性能的影响	(80)
四 显影进行时显影液成分的变化和維持显影液性能稳定的方法	(85)
五 显影液的配制和清洁方法	(88)
六 显影过程中出現的缺陷及消除方法	(89)
第五章 各种类型的冲洗方法	(95)
一 反轉冲洗法	(95)
二 快速冲洗法	(105)
三 双液显影法	(112)
四 用钒离子进行显影法	(114)

第六章 定影和水洗	(116)
一 定影的化学本質.....	(116)
二 定影液的配方.....	(118)
三 影响定影速度和質量的因素.....	(122)
四 定影液的衰弱及其逆流原則.....	(123)
五 定影液的回收和再生.....	(125)
六 定影液在定影时所产生的故障及消除方法.....	(130)
七 水洗的目的.....	(132)
八 影响水洗效率的因素.....	(134)
九 水洗程度的检查方法.....	(136)
一〇 提高最后水洗效率的方法.....	(139)
第七章 洗印加工的輔助过程	(143)
一 停显液和坚膜液.....	(143)
二 影象的加厚.....	(145)
三 影象的减薄.....	(152)
四 影象的調色.....	(157)
第八章 多层彩色片的冲洗	(166)
一 多层彩色片的构造.....	(166)
二 多层彩色片冲洗的一般过程.....	(171)
三 彩色片的冲洗药液.....	(177)
四 各类型彩色片冲洗方法举例.....	(189)
五 彩色片加工过程中产生的缺点及补救方法.....	(216)
六 彩色加工药液的回收.....	(219)
第九章 洗印药品及药液的化学分析法	(223)
一 分析化学的基础知識.....	(223)
二 标准溶液的配制.....	(229)
三 主要照相药品的化学分析法.....	(234)
四 黑白显影液的化学分析法.....	(240)
五 彩色显影液的化学分析法.....	(244)
六 定影液和漂白液的化学分析法.....	(246)
七 电影洗印加工用水的化学分析法.....	(247)

第一章 基础化学

一 基础化学知識

1 分子—原子論:

(1) 一切物質都是由分子組成。分子是物質的最小顆粒，它保持原物質的成分和一切化學性質。

(2) 分子是由更小的顆粒——原子——組成的。

(3) 分子和原子都处于不停的运动状态。

2 化学元素：自然界里有各式各样不同种类的原子存在着，各种原子的重量、和别种原子的化合能力、以及其他性质都各不相同。

具有相同化学性質的一定种类的原子，叫化学元素。

“化学元素”是指同一种类的原子，不管它是游离状态的，还是存在于化合物分子内的，例如“氧元素”这个名称，对于游离状态的氧原子和存在于化合物分子——例如水——内的氧原子同样适用。

3 原子量：原子量是原素的特性之一。

[illegible]

为了实用上的便利，决定采用氧原子的 $1/16$ 作为测量一切元素原子量的单位，这个单位叫“氧单位”。

• 元素的原子量，就是用氧单位来表示的某元素的原子重量，例如硫原子重32.06个氧单位。

4 分子量：物質的分子量就是用氧單位來表示的某物質的分子的重
量，例如氫 (H_2) 的分子量約等於 2；水的分子量約等於 18。

知道了各种元素的原子量，就很容易根据分子式来算出任何化合物的分子量，例如硫酸的分子量 (H_2SO_4) 是这样计算的：

两个氢原子量 $1 \times 2 = 2$

一个硫原子量 $32 \times 1 = 32$

四个氧原子量 $16 \times 4 = 64$

所以，硫酸的分子量 = 98

5 克原子和克分子：元素的克原子，就是用克做单位来表示的某种元素的原子量数。用克原子和克分子来表示物质的重量，大大地简化了物质在科学上和实用上的各种计算。例如氢的原子量是1.0073，它的一个克原子量重1.0073克；氧的原子量是16，氧的一个克原子重16克。

因为元素的克原子就是用克作单位来表示某元素的原子量数，所以每种元素的一个克原子中一定含有同个数的原子。

物质的克分子，就是用克作单位来表示的某物质的分子量数。例如氢(H_2)的分子量约为2，氢的克分子就约为2克。

6 物质不灭定律：各种物质在化学反应以前的总重量，必等于反应以后生成的各种新物质的总重量。

7 定比定律：每种物质的成分，在质的方面和量的方面都是严格不变的。一定的物质不管它是怎样制取的，一定含有同样成分的元素，这些元素各以严格一定的重量之比相互化合。例如“水”总是含着氧和氢两种元素并且在重量方面一定是以氧16和氢2之比互相化合。

8 化学符号和化学分子式

化学符号是用化学元素拉丁名称的前面字母（一个或两个）来代表某元素的原子，这种字母叫化学符号。

元素的化学符号有三种含义：

- (1) 表示这元素的名称；
- (2) 表示这元素的一个原子；
- (3) 表示这元素的原子量。

例如“H”这个符号的意义是：(1) 表示氢；(2) 表示一个氢原子；(3) 表示氢的原子量。

兹将今后学习中需要经常碰到的一些化学符号列表于下：

元素名称	符 号	主要化合价	原 子 量
氢	H	+1	1.008
碳	C	4	12.04
氮	N	-3、2、4	14.008
氧	O	-2	16.00
钠	Na	+1	23.00
镁	Mg	+2	24.32
铝	Al	3	28.06

磷	P	5	30.98
硫	S	-2,4,6	32.06
鉀	K	+1	39.096
鉻	Cr	+3	52.01
鐵	Fe	2,3	55.85
溴	Br	-1	79.916
銀	Ag	+1	107.88
碘	I	-1	126.9

用化学符号来表示某物質分子成分的式子，叫化学分子式，化学分子式有以下四种含义：

- (1) 表示这物質的一个分子；
- (2) 表示这分子質的成分；
- (3) 表示这分子量的成分；
- (4) 表示这分子的分子量。

9 化合价：两种元素化合时，其中一种元素的一个原子只能和一定数目的另一种元素的原子化合，元素的一个原子能和氢原子化合的数目，或者能置换多少个氢原子的数目，就是它的化合价。

10 化学方程式：

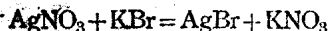
用化学符号和化学分子式来表示化学反应的式子，叫做化学方程式。化学方程式清楚地反映着物質不灭定律。

化学方程式內，等号的左方是参加反应的各物質的分子式和分子数；右方是反应各生成物的分子式和分子数。

化学方程式是根据物質不灭定律来写的，在一个写得正确的方程式里，等号左右两方每种元素的原子个数一定彼此相等。

根据分子式和方程式，可以作化学計算，

譬如，在下列的化学反应中



硝酸銀 溴化鉀 溴化銀 硝酸鉀

假使我們知道在这个反应中去溴化鉀的量是多少（設用去溴化鉀 2 克），我們就可以算出有多少硝酸銀参加了反应，也可以算出生成了多少溴化銀及硝酸鉀。

算法如下：

先算出这四种物質的分子量，

$$\text{AgNO}_3 \text{的分子量} = 107.88 + 14 + 16 \times 3 = 169.88$$

$$\text{KBr的分子量} = 39.096 + 79.9 = 173$$

$$\text{AgBr的分子量} = 107.88 + 79.9 = 187.78$$

$$\text{KNO}_3 \text{的分子量} = 39.096 + 14 + 16 \times 3 = 101.1$$

从方程式中我們知道，一个分子的确酸銀可以同一个分子的溴化鉀化合，也就是說169.88分重的 AgNO_3 可以与173分重的 KBr 化合，現在我們已知道用去了 KBr 2 克，根据比例关系就可以求出用去了多少克 AgNO_3 。

$$\begin{aligned} 169.88:173 &= x:2 \\ x &= \frac{169.88 \times 2}{173} = 1.96 \text{克} \end{aligned}$$

同理，也可以求出产生多少克 AgBr 与 KNO_3

二 酸与碱及其强弱的表示方法

溶于水、能产生氢离子(H^+)的物質叫做酸。

如硫酸(H_2SO_4)、盐酸(HCl)溶于水后，都可以产生大量的氢离子。

溶于水、能产生氢氧离子的物質叫做碱，如氢氧化钠(NaOH)、氢氧化鉀(KOH)等。

我們用pH值来表示酸碱的强弱，因为無論在酸性溶液中或碱性溶液中，氢离子的浓度与氢氧离子的浓度乘积总是等于一个常数(10^{-14})，即

$$[\text{H}^+][\text{OH}^-] = 10^{-14}$$

当 $[\text{H}^+]$ 与 $[\text{OH}^-]$ 相等——即均等于 10^{-7} 时，这时溶液是中性的；如果 $[\text{H}^+]$ 大于 10^{-7} ，则 $[\text{OH}^-]$ 必小于 10^{-7} ，这时溶液中就是酸性；所以可以用氢离子的浓度大小来表示这个溶液是酸性还是碱性，譬如：

$$[\text{H}^+] = 10^{-4}, \text{此时} [\text{OH}^-] = 10^{-10} \text{ 酸性}$$

$$[\text{H}^+] = 10^{-9}, \text{此时} [\text{OH}^-] = 10^{-5} \text{ 碱性}$$

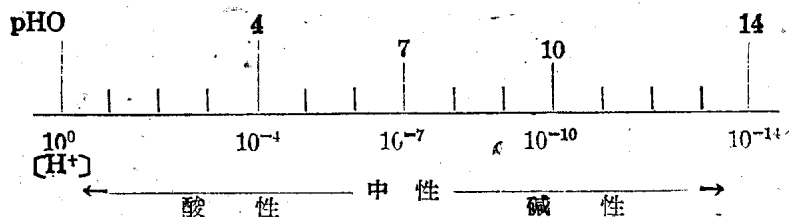
取 $[\text{H}^+]$ 的負对数值来表示酸碱强弱的方法叫做pH值，

$$\text{pH} = -\log[\text{H}^+]$$

这样就可以知道 $[\text{H}^+] = 10^{-4}$ 即 $\text{pH}=4$ (酸性)

$$[\text{H}^+] = 10^{-9} \text{ 即} \text{pH}=9 \text{ (碱性)}$$

$$[\text{H}^+] = 10^{-7} \text{ 即} \text{pH}=7 \text{ (中性)}$$



一般可以用一些指示剂来检查溶液是酸性的还是碱性的，常用的指示剂有：酚酞，它在碱性溶液中是红色，酸性溶液中无色；甲基橙，在酸中为红色，在碱中为橙色；还有石蕊，在酸中呈红色，在碱中是蓝色。

酸与碱在一起起化学反应时，酸中的 H^+ 与碱中的 OH^- 化合，生成水和盐类，这时可使 $[H^+]$ 与 $[OH^-]$ 都等于7，溶液变成了中性的，这种反应叫做中和反应。

三 氧化还原反应

氧化和还原用最通俗的话讲，就是一个物质与空气中氧气互相结合的反应，我们称它为氧化。反之，某一化合物失去氧的作用，我们称它为还原。例如：铁器在空气中长期存放，就生成一层棕色的氧化铁，即铁锈，这就是氧化反应的一例；而把天然铁矿中的矿石（即氧化铁）加上焦炭加热（即炼铁），氧化铁中之氧与炭化合，铁就单独游离出来了，这种反应就叫做还原反应。这当然是氧化还原的最简单的定义，是不全面的，现在已不这样说了，因为在整个化学反应中，实际上属于这种类型的反应是不多的。我们现在所指的氧化与还原是指凡是在化学变化中增加元素正原子价或减少负原子价的都称为氧化；反之，增加其负原子价或减少其正原子价的都叫还原。譬如：在电影胶片的药膜（感光层）中，银是以溴化银的形式存在的，溴化银中的银是正一价（ Ag^+ ），溴是负一价（ Br^- ），两者结合成溴化银后，即正负相抵，没有电荷了。在光的作用或化学作用下，溴化银中的银离子（ Ag^+ ）即与溴脱离而变成金属银。金属银是不正也不负、零价的（ Ag ），即我们在照片上看见的黑色影像。这样的反应从原子价来看，银是由正一价变到零价，是减少正原子价，所以我们称之为还原反应。反之，当金属银（ Ag^0 ）放在硝酸中时它便溶解，而变成了硝酸银 $AgNO_3$ ，在硝酸银中的银是正一价（ Ag^+ ），银从零价变到正一价，这样的反应叫氧化反应。照相化学是由卤化银（即溴化银、氯化银、碘化银等之总称，因氟、氯、溴、碘在化学上都属卤素类）变成金属银（即黑色影像）的过程，也就是银的原子价由正一价变成零价，减少正原

子价的过程，因此它是一个还原反应。一种物质能促使一个还原反应时，它自己本身叫还原剂，所以说，氧化还原反应是同时进行的，它在使别人还原过程中，自己被氧化了。

四 溶 液

在日常生活中，誰都知道物质能够溶解，并且对溶解时发生的现象也很熟悉。例如把一撮食盐（最好用化学上纯净的氯化钠）投入水中，食盐就慢慢地在水里溶解，最后全部溶解，变成完全透明而均一的溶液，要是不经过特殊的化学反应，或把溶液蒸发到干，我们就不容易知道里面有食盐存在。一般溶液和食盐溶液一样，都是那样纯净透明而又完全均一的液体。溶液里的溶质分成非常细小的、眼睛看不见的粒子，均匀散布在溶剂里，所以全部溶液会那样澄清，一点也不混浊（这和制得的溶液是无色的或有色的没有关系）。而且，只要不让溶剂蒸发，这个溶液不论搁置多么长久，溶质本身决不会成沉淀析出。溶液里溶质的分子均匀地分布在溶剂中的分子中间，所以通常把这种溶液叫做分子溶液，也就是真溶液。

溶液和溶剂以及它们相互反应的产物所组成的均一状态的混合物，叫做溶液。

澄清而不混浊是溶液的基本特征，换句话说，溶液是全部都呈均一状态的。溶液和悬浊液及乳浊液不同的地方就在于：悬浊液和乳浊液都是混浊的液体。

悬浊液是一种液体，它中间散布着固体的微小颗粒（分子的集合体）。

把悬浊液静置相当时间，它中间悬浮的固体微粒就会下沉到容器底部。

乳浊液是一种液体，它中间散布着另一种液体的微小珠滴。

牛乳就是一种乳浊液，牛乳里含有脂肪的微滴。把乳浊液静置相当时间，它的组成部分也会互相分离开来（牛乳里分出乳脂）。

溶解过程

固体物质在液体中溶解的过程，大概如下法进行：

我们都知道，所有物质的分子都在运动，而且在固体物质中，分子的运动具有围绕某一平衡位置振动的特性。当我们把固体物质置于可溶解此固体的液体中时，固体上单个的分子就渐渐脱离表面，而且由于扩散作用，均匀地分布于全部溶媒中。分子能脱离固体表面，一方面是由于它们本身的分子振动运动；另一方面是由于溶媒分子的吸引。假若在溶解的同时，没有它的逆过程——结晶——发生，则溶解仍可继续进行，到任意量

的固体全部溶解为止。溶液中的分子，当撞击着尚未溶解的物质表面时，又重新被吸住，而结成晶体。既然固体物质的溶解是由于分子本身运动而脱离固体的表面，是溶媒分子的吸引及扩散作用的结果，所以在溶解时如溶质是很细的粉末，则由于与液体接触面增大，就可以加速溶解。此外，搅拌及加热均可加速物质的溶解。

溶液在化学反应中的意义

化学反应的过程，就是一种物质的分子变成另一种物质的分子的过程。在大多数的情况下，至少有两种分子互相反应，才能发生这种变化。

分子只有在极近的距离（依分子本身那样大小作为距离的尺度），才能显出引起分子间发生化学反应的能力，所以要发生反应，就必须使反应物的分子紧密靠近。气体分子因为能自由运动，所以最容易接近而混合一起。

液体的分子也比较容易移动位置，搅动和加热都能使液体分子的移动加快，要使不同的固体分子接触最是困难。一定要把反应物分别研成极细的粉末，然后把它们放在一起仔细搅拌，让它们充分混合。在实验室里，通常都把固体物质放在乳钵里研磨。

但是，使固体物质和固体物质发生反应，最好先把它们分别溶成溶液，因为溶液里溶质的分子是分散的，它们容易相互碰撞，也就是说，它们相互碰撞的机会比较多。然后，把做好的两种溶液混合在一起，再加振荡或搅动。

各种物质的溶解性

一种物质均匀地分布于另一种物质里的能力，叫做溶解性。溶解性的强弱依溶质和溶剂的化学性质而定。

很多固体、液体和气体都能溶解于水。

某些物质溶解时，不论溶剂的量有多少，总能全部溶解，例如酒精和甘油都能以任何比例溶解于水。

可是，大部分物质溶解于水（或其他溶剂内），都有一定的限度。

1 饱和溶液、不饱和溶液和过饱和溶液

一种溶液在一定的状况下，再也不能使某种溶质继续溶解，就叫做那种溶质的饱和溶液。

一种溶液在一定的状况下，还能继续溶解若干量的某种溶质，就叫做那种溶质的不饱和溶液。

一种溶液在一定的状况下，所溶解溶质的量超过了在该温度时的溶解度，叫做过饱和溶液。

通常制备溶液多数使用大量的、过多的水，因此制备出来的溶液都是不饱和溶液。

溶液的种类除上述名称（饱和的和不饱和的）外，还有两种不很明确

的名称，就是浓溶液和稀溶液。“浓溶液”常指含有多量溶质的溶液，不管这溶液有没有达到饱和；“稀溶液”指含有少量溶质的溶液。

2 溶解度

通常都以在一定的温度下某物质在 100 克水内制成饱和溶液时所能溶解的克数来表示溶解性，我们把这个克数叫做某物质的溶解度。

自然界里没有绝对不能溶解的物质，但是很多物质的溶解度非常小，所以常把它们叫做“不能溶解”的物质。

大多数物质的溶解度随温度的变化而发生很大的变化。

大部分固体的溶解度在加热时都急剧增加，只有极少数固体的溶解度不很受温度的影响（例如食盐），也有温度升高时溶解度反而减少的（例如石膏）。

为了清楚地表示温度对于各种物质溶解度的影响，可以把溶解度和温度的关系画出一一定的曲线，这就叫做溶解度曲线。在方格纸上用横坐标表示温度，用纵坐标表示各种物质能溶解的克数，也即各种物质的溶解度，如图 1 所示。

气体的溶解度依各种气体的性质、温度、压力而定。温度升高时，气体的溶解度就减小；压力减小时，气体的溶解度也就减小。

溶液的浓度*

溶液的浓度就是一定量的溶液内所含溶质的数量（重量或体积）。

溶液的浓度可以用不同的方法来表示，通常用重量的百分比来表示。

*本节的计算部分，对学习第九章化学分析有用。如不学习第九章，可以不学本节。

例如，食盐的2%溶液就是指100克溶液内含食盐2克，也就是说，溶液里含有98克纯净的水。

在化学的实验应用上，常用1升溶液里所含溶质的克分子数来表示浓度，这比较更方便。已经讲过，物质的克分子就等于那种物质的分子量用克作单位时所表示的数量。

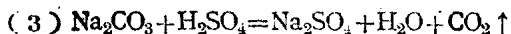
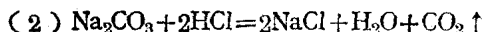
1升溶液里含有1个克分子的溶质的溶液，叫做1克分子溶液；含有2个克分子的溶质的溶液，叫做2克分子溶液；其余可以类推。

克分子的浓度表示法，就是在那个数字后面再附一个字母“M”。

例如1M表示1克分子溶液，0.1M表示十分之1克分子溶液（就是说，10升溶液里含有1个克分子的溶质，换句话说，1升溶液里含有 $\frac{1}{10}$ 克分子的溶质）。

因为各种物质的1个克分子里各含有同数的分子，所以1升任何物质的1克分子溶液里所含溶质的分子数也相同。总之，体积相同、克分子浓度也相同的各种溶液里，所含的溶质的分子数也相同。

用克分子数来表示溶液的浓度，在实际的应用上用处很大，因为已知某种溶液的克分子数和它的体积数，我们就很容易算出需用多少另一种物质来使它们的分子间发生完全的反应而没有剩余。例如，我们使溴化钾与硝酸银溶液以及使盐酸、硫酸等溶液分别与碳酸钠完全反应时需用 的量（假定各种溶液的克分子浓度都相同），可以根据反应方程式来求出：



从第一个反应方程式知道：一个体积的1克分子硝酸银溶液需用一个体积的1克分子溴化钾溶液和它反应。

从第二个反应方程式知道：一个体积的1克分子碳酸钠溶液需用两个体积的1克分子盐酸溶液和它反应。

从第三个反应方程式知道：一个体积的1克分子碳酸钠溶液需用一个体积的1克分子硫酸溶液和它反应。

另外，在化学上还有一种最常用的浓度，叫当量浓度，是用1升溶液中所含溶质的克当量来表示浓度的。

1升溶液中含1克当量溶质称为规定溶液或当量溶液，用字母N表示之。如1升中含0.5克当量，即称为半当量溶液（0.5N）；如含0.1克当量，即称为十分之一当量溶液（0.1N）等。

在配化合物——酸、碱及盐——的当量溶液时，需注意酸的当量等于

其分子量用在酸分子中所含氢原子数目去除；碱的当量等于分子量被碱中金属的原子价去除；至于盐类的当量，可用金属原子合起来的总价数去除分子量而求得之。

例如： HNO_3 （分子量63）的当量等于…… $63 \div 1 = 63$

H_2SO_4 （分子量98）的当量等于…… $98 \div 2 = 49$

$\text{Ca}(\text{OH})_2$ （分子量74）的当量等于…… $74 \div 2 = 37$

Na_2SO_3 （分子量126）的当量等于…… $126 \div 2 = 63$

当量溶液在化学上的用途甚广，它的优点在于：当我们从当量浓度相同的溶液中量取相等体积的溶液时，我们也恰好取到了使它们相互作用，而没有剩余，例如混合10毫升当量碱溶液与10毫升当量酸溶液后，我们得到中性溶液，其中没有残余的酸分子及碱分子。

1 已知溶液的克分子浓度，求所含溶质的重量。

问题：2M Na_2SO_3 溶液400毫升里含 Na_2SO_3 多少克？

解这个问题时，应先算出2个克分子的亚硫酸钠重多少克：



$$M = 126$$

$$GM = 126 \text{ 克}$$

$$2GM = 252 \text{ 克 (GM代表克分子)}$$

2 M亚硫酸钠1000毫升里含 Na_2SO_3 252克，

2 M亚硫酸钠400毫升里含 Na_2SO_3 x克；

$$\frac{x}{252} = \frac{400}{1000} \quad x = \frac{252 \times 400}{1000} = 100.8 \text{ 克}$$

答：400毫升2M亚硫酸钠中含 Na_2SO_3 100.8克。

2 已知溶液的当量浓度，求所含溶质的重量。

问题：1 N碳酸钠溶液600毫升里含 Na_2CO_3 多少克？

解 先算出1克当量碳酸钠的重量：



$$M = 106$$

$$N = 53$$

$$1 \text{ GN} = 53 \text{ 克 (GN代表克当量)}$$

1 N碳酸钠1000毫升里含 Na_2CO_3 53克，

1 N碳酸钠600毫升里含 Na_2CO_3 x克；

$$53 : x = 1000 : 600$$