

化学試剂与制剂手冊

В. И. 庫茲涅佐夫 Р. Л. 格洛布斯 Т. Н. 卡 尔 斯 卡 姬
И. И. 米哈依洛夫 Н. А. 別夫佐夫 Г. М. 普雅特尼茨卡姬 編
М. С. 罗日傑斯特汶斯基 Н. И. 索 科 洛 夫

化学博士

В. И. 庫 茲 涅 佐 夫 主 編

于 忠 丁汝訓 張天祿等譯

化 学 工 業 出 版 社

本書是一本手冊，供生產單位及科學研究部門試驗室中工作的化學工作者查閱之用。

書中介紹了試驗室中所用的各種重要分析試劑及化學制劑的物理性質、化學反應、用途、使用及貯存的注意事項等方面的主要資料。

書末附有一些表格和具有特殊用途試劑的一覽表。

參加本書翻譯工作的有：丁汝訓，于忠，張天祿，曹庭祉，戚志康，楊疏非，龔寶賢（依姓氏筆劃多寡為序）。

В. И. Кузнецов, Р. В. Глобус, Т. Н. Карская,
Г. И. Михайлов, Г. А. Певцов, Г. Н. Пятницкая,
М. С. Рождественский Н. И. Ссолов

ХИМИЧЕСКИЕ РЕАКТИВЫ И ПРЕПАРАТЫ

(Справочник)

ГОСХИМИЗДАТ (Москва Ленинград 1953)

化學試劑與制劑手冊

于忠 丁汝訓 張天祿 等譯

化學工業出版社（北京安定門外和平北路）出版

北京市書刊出版業營業許可証出字第（92）號

化工出版社印刷 廠印刷

新華書店發行

開本：850×1168 $\frac{1}{32}$

印張：26

字數：689千字

定價：（10）4.60元

1957年7月第1版

1959年4月第5次印刷

印數：12548—22547

書號：15063·0120

序 言

本書介紹了有关化驗室用的一些最重要的分析試劑与制劑的物理性質、反应、用途及保存和使用时的注意事項等方面的基本知識。此外还載入一些附表及若干具有特殊用途的試劑一覽表。

在本書中編者尽量編入了一些業經驗證的資料。关于某些物理常数，在不同文献中有不同的数据，因而在这方面發生了特殊的困难。当某些数据在不同文献內的差別不大时，即取其整数值列入本書。但也有某些数值在不同文献內的差別过大，而使著者無法取決，因而也就不能將它們列入本書。物理常数系指純物質而言。

最大的困难是援引一些有机染料的結構式，因为目前对于这一类化合物的精確結構，尚沒有統一的意見。在大多数情況下，列举的是这些染料的离子式，即其中有一个原子的价数不完全（如三价的碳、二价的氮等等）。

只有当陰离子中有部分补偿的电荷时，价数不完全的原子才用符号“+”表示。

所有列入本書中的物質，均系按俄文字母順序排列。各个試劑，由于重要性不同，故敘述的繁簡亦異。

对于每一种物質都介紹了下列各項資料和数据：

性質——比重、熔点、沸点、折射指数、外形、在水中及有机溶剂中的溶解度与毒性、易燃性有关的数据等。

溶解度用每 100 克溶剂中所溶解的無水物的克数来表示。当援引其他数据时，則于正文中均加以指明。凡未指出具体溶剂的溶液，均指水溶液而言。

反应——对于每一物質只列举了最具有代表性的反应。当某一物質与其它物質在名称、外形、化学性質及其他特点上都相近时，就特別注意了能使此一物質与其他物質区分开的一些反应。在个别情況下也列举了一些可以測定試劑質量或測定其中是否含

有雜質的反應。

用途——對於作為試劑的各種化合物舉出了它們的一些最有代表性的用途。當然，對於試劑應用範圍的敘述，絕不是把某一物質在各方面的用途列舉無遺。

保存——在必要的情況下指出了某些物質的特殊的保存方法。

對人體的作用——僅對於具有劇毒或對工作人員有危險的物質，才提到這一內容。

技術指標——列出了某些化合物的純度以及 ГОСТ 或 ТУ 所規定的“容許雜質的最大含量”。

熔點欄中括弧內的數字，表示該物質熔融時的溫度範圍。某種元素或原子團含量欄內括弧中的符號，表明該欄內所列舉的數字系按這些元素或原子團計算的。

在編著本書時各編者之間的分工如下：

В. И. 庫茲涅佐夫——本書的主編。編寫“反應”與“用途”及某些試劑的敘述部分。並編寫了“化學試劑的概述及其應用範圍”；還有“化學分析中最常用的特征試劑”部分。

Р. Л. 格洛布斯——協助 В. И. 庫茲涅佐夫進行全部資料的整理工作。確定所有經過計算的數值。編寫了“對人體的作用”及“技術指標”兩部分。並參與“性質”這一部分的編寫工作。

Т. Н. 卡爾斯卡婭——編寫了一些無機試劑及它們的反應和用途；還有“化學分析中最常用的特征試劑”部分。

Г. И. 米哈伊洛夫——編寫了一些有機試劑，主要是指示劑的部分。

Г. А. 別夫佐夫——編寫“用途”部分（其中包括有機化學試劑）。編寫了“使用化學試劑的一般注意事項”；還有“化驗室操作中所應用的各種試劑”這一部分。

Г. Н. 普雅特尼茨卡婭——編寫了某些無機試劑及其反應的部分。

М. С. 羅日傑斯特汶斯基——編寫了有機試劑及其反應的

主要部分。

Н. И. 索科洛夫——編写了一些無机試剂及其反应的部分。

編者請求讀者对本書所存在的錯誤和缺点提出批評和意見，
并將以感激的心情接受所有的意見和要求。

略語及符号

A	атомный вес	原子量
ац.	ацетон	丙酮
ацидим.	ацидиметрическое определение	酸量滴定法
безв.	безводный	無水的
бромометр.	бромометрическое определение	溴量測定法
выдел.	выделение	析出
высш. оч.	высшей очистки	高級提純
крист.	кристаллы	結晶
кристал.	кристаллический	結晶的
лед.	ледяная	冰的
M	молекулярный вес	分子量
мет. сп.	метиловый спирт	甲醇
м.р.сп.,эф.	мало растворим в спирте, эфире	微溶于酒精及醚中
н.	нерастворим	不溶
н.сп.,эф.	нерастворим в спирте, эфире	不溶于酒精及醚中
нелет. вещ.	нелетучие вещества	不揮發物
нелет. ост.	нелетучий остаток	不揮發的殘留物
окисл. J	окисляется иодом или другим указан- ным элементом(сое- динением)	用碘或其他規定的元素(或 化合物)使之氧化
о.м.р.	очень мало растворим	極微溶
осн. вещ.	содержание основ- ного вещества	主要物質的含量

VI

о.х.р.	очень хорошо раст- ворим	極易溶
пор.	порошок	粉末
пот. высуш.	потери при высуши- вании	干燥損失
пот. прокал.	потери при прока- ливании	灼燒損失
р. кисл., щел.	растворяется в ки- слотах, щелочах	溶于酸、碱中
р. сп., эф.	растворяется в спир- те, эфире	溶于酒精、醚中
р-р.	раствор	溶液
разл.	разлагается	分解
св.	светлый	淺色的, 亮的
своб.	свободный	游离的
сп.	спирт (этиловый)	酒精 (乙醇)
сп. эф. смесь	спирто-эфирная смесь	酒精及醚的混合物
сублим.	сублимируется	昇华
тяж. мет.	тяжелые металлы	重金屬
х.ч.	химически чистый	化学純的
ч.	чистый	純的
ч.д.а.	чистый для анализа	分析純的
эф.	эфир	醚或酯
n.	показатель прелом- ления	折射指数
[α]	угол вращения плос- кости поляризации света	旋光度
λ	длина волны	波長

目 录

序言	II
略語及符号	V
化学試剂与制剂的概述及其使用范围	1
使用化学試剂的一般注意事項	5
無机化学試剂与制剂	8
有机化学試剂与制剂	201
化学分析中最常用的特征試剂	714
各种試驗工作中所使用的試剂	771
参考文献	784
索引	786

化学试剂与制剂的概述及其使用范围

純度是对化学试剂与制剂的基本要求之一。试剂中不应含有大量的杂质和不純物。

杂质的最大含量在大多数情况下，由国定全苏标准(ГОСТ)或技术条件(TY)中的各项技术要求所严格限定。在ГОСТ和TY中也同样阐明了檢驗试剂质量的相应方法。

试剂按杂质的含量不同，通常分为三級：即“純”试剂(ч.); “分析純”试剂(ч.д.а.); 和“化学純”试剂(х.ч.)。

“化学純”級的试剂中所含的杂质最少，这一級试剂可以認為是目前用工厂设备及扩大試驗設備所可能制备的最純的物質。

苏联工业所生产的试剂，其純度是很高的；“分析純”及“化学純”兩級试剂，就其純度而言都能直接适用于大多数最重要的分析工作中。仅在少数的特殊情况下，才有必要对于这一級的某种试剂做进一步的提純。

应当知道，高級純度试剂之制备是复杂的，它們的价格很昂貴，所以只在确实需要时才可以使用这一級试剂。因此需要指出：有些实验室的工作人员还有着極不正确的習慣，他們在任何場合下都要采用最高級純度的试剂；一般地說，对于试剂的純度提出过高的要求，是沒有充分理由的；此种要求之所以沒有理由就在于他們沒有考虑到试剂中所含的杂质对分析的结果並沒有影响。

存在于试剂中的杂质，只有当它們能增加分析过程的困难和造成分析結果之誤差时，才是不可容許的杂质。

当然，在不同的情况下，对于试剂純度的要求也是不同的。例如：在过氧化氢內加入極少量的硫酸以便于保存。当用这种过氧化氢进行鈦的比色測定时，硫酸杂质的存在是完全沒有影响的；其所以沒有影响是因为这一測定本身是在經硫酸酸化过的溶液中进行。但假如要測定微量的硫酸或鋇时，則使用这一类含有硫

酸的过氧化氢就不恰当了。为此目的，就有必要先将过氧化氢中所含的微量硫酸除净；此项工作在试验室中进行是不困难的。

试剂按照其分析用途，大体上可以分为下列几种类型①：

用作溶剂的试剂 这一类试剂有：酸类、酸类的混合物、碱类及各种不同的“熔合物”焦硫酸盐、碱金属的碳酸盐、氟化物等等。有时也使用络合物形成剂，如酒石酸等。溶解有机物质时则采用各种有机溶剂。

分离用试剂 这类试剂是用来分离最初制得的溶液中所含的混合物，以便更好地进行以后的测定工作。属于此类的试剂有沉淀剂——它可使其他物质中的某一种离子或物质沉淀出来，而并不沉淀出其他物质（如硫化氢、碱及缓冲剂、有机沉淀剂等）。为了实现和简化分离工作，时常利用辅助试剂来精确地调节其pH值，或可采用络合物形成剂，以保留溶液中的某一种元素而不妨碍其他元素的沉淀。典型的络合物形成剂为有机羧基羧酸或羧酸——酒石酸、柠檬酸、草酸、磺酰水杨酸，以及磷酸，氢氟酸及其他物质。

将沉淀物加以过滤。如使用滤纸过滤时，必须经常注意，勿使滤器上的污垢物（微量的铁、钙、铝、硅、硫酸盐，有时还有氟化物）落入须进行分析的溶液内。

为了分离和提取某些元素也可以使用提取溶剂（二乙醚、丁醇、戊醇、乙酸戊酯、乙酸乙酯、苯、四氯化碳、氯仿等）。有时也采用蒸馏法除去某些易挥发性的无机化合物，如 SnCl_4 、 SiF_4 、 GeCl_4 等。

用于检验的试剂 这一类试剂是很多的，可以利用它们直接地检验或测定未知的物质。

属于这一类试剂的是能形成沉淀的试剂；此种沉淀物可再用其他方法加以称量和测定（如有机沉淀剂②及许多无机沉淀剂。）能形成特殊颜色沉淀的试剂，经常用来作定性的检验和以浊度法

① 这种分类法是极其简单的，但现在还没有通用的试剂分类法。

② 参看Обзор В. И. Кузнецов. Зав. лаб. 11, 656.768(1945)。

或比色法来进行定量分析。

假如能生成帶有顏色的可溶性物質，則使用比色法測定更为方便。为此目的，可以利用各种不同的有机試剂，以获致非常圓滿的結果，关于这些試剂的作用机理已在專門文献^①中加以詳述了。

属于这一类的試剂，还有在容量分析中用于制取滴定用的操作溶液的試剂：如碱量滴定法及酸量滴定法中所用的酸和碱，氧化还原測定法中所用的氧化剂及还原剂；以及沉淀用的試剂。

輔助試剂 因此类試剂可以創造条件，以保証某一分析过程的进行或当量点的測定等。

属于此类物質的有：絡合物形成剂，用作緩冲剂的物質——“pH 調剂”，应用于不同目的的指示剂——pH 指示剂，氧化还原指示剂，吸附指示剂。还有：用于改变元素原子价的氧化剂与还原剂，这种原子价状态的改变可以引起或消灭元素的反应能力。属于輔助試剂的还有：洗滌沉淀用的溶剂，凝結剂，濃縮剂以及其他等等。

上面的分类并没有什么严格的界限，而只能对于試剂在分析工作中的应用范围提供一个大大的概念。任何一种試剂都可以应用在不同的分析工作中。

关于試剂在分析中的詳細用途，应查閱附录于本書后面的分析化学專門文献。

化学試剂除用于分析外，在大多数的研究工作及試驗室的合成工作中尚有着广泛的及多种多样的用途；对用于不同研究对象的試剂所提出的要求，是十分不同的。苏联工業上所生产的高純度試剂，可以直接地应用于大多数研究工作中，其中包括新的化学分析方法的研究工作。

为了进行各种不同的研究工作，試驗室所需用的試剂，就必

① Л. М. Кульберг 著“分析化学用有机試剂” (Органические реактивы в аналитической химии), Госхимиздат, 1950; Ф. Файтль 著“点滴分析” (Капельный анализ), Госхимиздат, 1937.

須具有很多的品种。有許多試劑的需要量不大,用工厂的方法来生产是不經濟的。为了保証这些稀用試劑的供应以进行研究工作,在試劑工厂中設立了一些專門的實驗室来制造消費者所訂購的这些試劑。此外,在苏联工業所生产的試劑品种中,也包括大量的用于合成各种不同的有机化合物与無机化合物的物質。

苏联試劑工業所生产的試劑,大多数都已編写于本書中。从本書中也可以大体上看到試劑的主要使用方向,以及某些試劑的質量指标。

使用化学试剂与制剂的一般注意事项

使用純化学试剂时应特別慎重并遵守保証试剂質量不变的預防办法。如试剂为外界物質所污染时，則將不能滿足使用的要求，而引起分析或研究数据的錯誤。

有很多的试剂与制剂具有易燃性、易爆性及毒性；因此，在操作时遵守技术安全的要求是十分必要的。试剂与制剂都应尽可能地按照每次需要所估計的数量直接从包裝容器中取出（粉末狀及結晶狀物質）或傾出（液体物質）。试剂的称量都应在清潔而干燥的器皿（表玻璃、瓷皿、量筒等）內进行。所取出的试剂如有剩余，不得倒回原来的包裝容器內。如剩余的试剂价格昂貴或来源缺乏时，可以將它存放在适当的小容器中，并且必須在容器上用标签註明。

玻璃罐或玻璃瓶在装盛试剂后，不应沒有塞子而敞口，否則不可避免地要落进灰塵和其他雜質，而且有許多产品又可能揮發掉，或吸收空气中水份和酸类的蒸汽。选取粉末狀试剂与制剂时应使用玻璃、瓷或鉑制（假如可能时）的药杓或药鏟。使用金屬药鏟（非鉑制的）常常招致试剂的变質因而使分析的結果發生錯誤。要絕對禁止使用刀子或鋼制药鏟选取具有酸性或强碱性反应的试剂与制剂。

液体试剂应使用清潔而干燥的移液管吸取之。如在分析工作中，需要長时期的使用若干种液体试剂时，則最好每一种试剂都有專用的移液管，而且在全部分析時間內，应將这些移液管放置于所取出的一部分相应试剂中。这样可以保証在工作时不致將移液管混淆，同时也不致污染了貯存的大量试剂。有毒液体及濃酸和濃碱，無論在任何情況下，都不許用移液管以口吸的方式取出；必須利用真空吸取或利用上端帶有橡皮气球的移液管吸取，或利用量筒量取。强酸的濃溶液（鹽酸、硝酸、硫酸）及 25% 氨水均应貯存于磨口玻璃瓶中，并在它上面用玻璃的鐘形小罩复

蓋之。當要開啓瓶子時，先取下鐘形小罩放在桌上，並將塞子放于其中。如此可以防止試劑及試驗台（在上面進行工作的試驗台）不致污染。另外，在開啓盛有試劑的罐塞或瓶塞之後，應將塞子放于清潔的地方並將其倒置。

使用有毒物質或易揮發的有毒液體（例如：氰化鉀、氫氰酸、二硫化碳等），以及易揮發的強酸、氨或易發生惡臭的物質（如硫化銨等）時，只應在良好排氣的通風櫥中進行，如能在單獨的小室中進行則更佳。當使用易燃品、濃酸和濃鹼以及其他一些有強烈反應性能的物質時，應戴護目鏡及橡皮手套。尤其在使用氫氰酸時（它通常都貯存于不太方便的地臘或硬橡膠的器皿中）戴上橡皮手套可以防止它濺到皮膚上，而不致引起嚴重的灼傷。

盛有易燃物或易燃液體（如：乙醚、苯、二硫化碳等）的瓶子及安瓿（細頸罐），決不容許放在使用煤氣燈或有電熱器的屋內。此種物質應在無火的通風櫥中使用。

應當注意，若干易燃物質的蒸汽與空氣相混合後，當與高熱物體接觸時，即能引起爆炸。如此就可能形成較空氣的比重為大的混合物，而彌漫在地上。使用具有爆炸性的試劑時（如苦味酸及其他多硝基化合物）要特別小心；此時，應謹防火源、火花、猛力沖擊以及猛力震盪。易燃藥品、具有惡臭氣味的產品以及盛有濃酸、濃氨的玻璃瓶，應保存于距火源遠的地方或置于通風櫥中；而有毒的或易爆的物品則應特別地封閉于鐵箱或鐵櫃中。

有些試劑極易吸水（如氯化鈣、某些鈷鹽和鎂鹽、苛性鈉等）；盛有這些物質的瓶子和罐子，不得開口存放。並且在取出需要量的試劑之後，應立即小心地蓋好塞子。而在某些情況下還須用石臘密封之。

見光即發生變化的試劑，應保存在棕色的玻璃瓶（或玻璃罐）中。當這類試劑使用之後，應貯于櫃櫥中并放于暗處：特別要避免日光的直接照射。

在空氣中可以自燃的試劑與制劑（如：金屬鉀、黃磷等），

应按照相应的預防办法保存在盛有适当液体的密閉器中（如：金屬鉀应置于煤油中；黃磷則放在水中）。

当使用封閉于安瓿中的物品时，应小心地开啓安瓿。使用小鋸刀开啓安瓿时，应切割安瓿的頸部；此后即小心的打断頸頸。如不能打断，則用經强烈灼燒到軟化的玻璃棒的頂端略触一下切割之处；如此即可以借着形成的裂痕容易折断安瓿的試頸。正确地开啓安瓿时，不应产生玻璃碎片。安瓿內容物最好一次完全地利用在指定的目的上。否則必須重新熔封尙剩有試剂的安瓿，这就需要一定的技巧。

在一切情況下，开始使用一种不熟悉的試剂之前，应預先了解它的性質。如标签上的字跡不清或标签脫落时，則必須檢查瓶中或罐中的內容物，是否与估計的試剂或制剂相符合。

应特別注意使工作人員十分熟悉所采用的物品的性質，預防和安全办法，以及避免所可能發生的意外事故的措施；和防火方法。

無机化学試剂与制剂

硝 酸^①(Азотная кислота)

HNO_3	分子量 63.02
d_4^{15}	1.526
熔点	-42°
沸点	86°(分解)

性質 無色或微帶黃色的液体，市售的濃硝酸中 HNO_3 的含量为 63%。濃度較高的酸則被氮的氧化物染成紅棕色（在光下尤甚）。形成的水合物： $\text{HNO}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ，熔点为 -38°； $\text{HNO}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ ，熔点为 -18.5°。

与水能形成共沸混合物，共沸点为 121.9°， HNO_3 的含量为 68.4%。因此，在蒸餾 60% 硝酸时，首先蒸出稀的硝酸，直到殘留物濃度相当于共沸混合物时为止。

濃硝酸为强氧化剂，可以引起有机物質的氧化，甚至于引起燃燒。

工業“發烟”硝酸为紅棕色液体，比重为 1.48—1.52，溶有大量氮的氧化物。

溶液的比重及 HNO_3 的含量如下：

d_4^{15}	1.150	1.200	1.300	1.375	1.400	1.425
$\text{HNO}_3, \%$	24.84	32.34	47.49	60.30	65.30	70.98
d_4^{15}	1.450	1.480	1.500	1.510	1.515	1.520
$\text{HNO}_3, \%$	77.28	86.05	94.09	98.10	99.07	99.67

反应 1. 將 1 滴 HNO_3 加入二苯胺的濃 H_2SO_4 溶液中，則形成很深的藍色。

2. 在試管中加热 2 毫升 HNO_3 及一段銅絲，則逸出窒息性的

① 关于硝酸鹽，可参閱 М.А.Мининович 著“硝酸鹽”，[Соли азотной кислоты (нитраты)] Госхимиздат, 1946。中譯本化工出版社出版。

棕色气体——氮的氧化物。

3. 不含氮的氧化物的檢驗：在 1 毫升 HNO_3 及 30 毫升水的混合液中加入淀粉及 KI 的細粒，不应發生藍色。

用途 在分析及研究工作中用途甚广：如用于溶解金屬；作为無机酸介質（当溶液內不容許混入硫酸鹽及氯化物时）；用来制取硝酸鹽；用作氧化剂；在有机合成中，可以用它来制取硝基化合物等。

1 份 HNO_3 与 3 份濃鹽酸相混合时，則制成王水，王水可以溶解 Au、Pt 及其他貴金屬。

保存 应貯存于磨口瓶中，置于暗处（或漫射光的地方）及凉爽的地方。使用时要小心，如濺于皮膚上則引起很厉害的燒伤；即使立即洗去，也会使皮膚受到破坏，而呈現黃色斑痕。

技术指标(ГОСТ 4461-48)

硝 酸

試 剂 級 別	容許雜質的最大含量(以%計)							氮的氧 化物 (NO_2)
	氯化物 (Cl)	硫 酸 (SO_4)	重金屬 (Pb)	不 發 揮 物	砷(As)	鈣 (Ca)	鐵(Fe)	
化學純	0.0001	0.0005	0.00005	0.0015	0.000003	未定	0.00005	0.1
分析純	0.0002	0.002	0.0005	0.003	0.000003	未定	0.0001	0.1
純	0.0005	0.005	0.0005	0.005	0.00001	0.002	0.0003	0.1

在成品酸中，濃酸的 HNO_3 含量为 61—68%； $d_4^{20} = 1.372 - 1.405$ 。稀酸的 HNO_3 含量为 54—60%； $d_4^{20} = 1.337 - 1.367$ 。

(鋁 Алюминий)

Al	原子量 26.98
d	2.70
熔点	660°
沸点	1800°