

化学试剂与 制剂手册

日·日·增益浩佐大等編

化学工业出版社

化学试剂与制剂手册

В·И·庫茲涅佐夫 Р·Л·格洛布斯 Т·Н·卡 尔 斯 卡 婭
Г·И·米哈依洛夫 Г·А·別夫佐夫 Г·Н·普雅特尼茨卡婭 編
М·С·羅日杰斯特汶斯基 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

本书是一本手册，供生产单位及科学研究部門試驗室中工作的化学工作者查閱之用。

书中介紹了試驗室中所用的各种重要分析試剂及化学制剂的物理性质、化学反应、用途、使用及貯存的注意事項等方面的主要資料。

书末附有一些表格和具有特殊用途試剂的一覽表。

参加本书翻譯工作的有：丁汝訓，于忠，张天祿，曹庭礼，戚志廉，楊疏非，龔宝賢（依姓氏笔划多寡为序）。

本书1964年6月重排时已将书中的原子量和分子量按照1961年新的国际原子量表作了改正。

В.И.Кузнецов, Р.Л.Глобус, Т.Н.Карская,
Г.И.Михайлов, Г.А.Певцов, Г.Н.Пятницкая,
М.С.Рождественский Н.И.Соколов
**ХИМИЧЕСКИЕ РЕАКТИВЫ
И ПРЕПАРАТЫ**
(Справочник)
ГОСХИМИЗДАТ (Москва Ленинград. 1953)

*

化学試剂与制剂手册

于 忠 丁汝訓 张天祿等譯

*

化学工业出版社出版（北京安定門外和平里七区八号）

北京市书刊出版业营业許可証出字第120号

中国工业出版社第四印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·各地新华书店經售

开本：787×1092毫米¹/₃₂ 1957年7月北京第1版
印张：27³/₄插頁：2 1966年6月北京新1版第1次印刷
字数：689,000 印数：1—4,396
定价：(科七)4.60元 书号：15063·1066

(根据中国工业出版社1964年12月重排本紙型重印)

序 言

本书介绍了有关化验室用的一些最重要的分析试剂与制剂的物理性质、反应、用途及保存和使用时的注意事项等方面的基本知识。此外还载入一些附表及若干具有特殊用途的试剂一览表。

在本书中编者尽量编入了一些业经验证的资料。关于某些物理常数，在不同文献中有不同的数据，因而在这方面发生了特殊的困难。当某些数据在不同文献内的差别不大时，即取其整数值列入本书。但也有某些数值在不同文献内的差别过大，而使著者无法取决，因而也就不能将它们列入本书。物理常数系指纯品而言。

最大的困难是援引一些有机染料的结构式，因为目前对于这一类化合物的精确结构，尚没有统一的意见。在大多数情况下，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）。

只有当阴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。

所有列入本书中的物质，均系按俄文字母顺序排列。各个试剂，由于重要性不同，故叙述的繁简亦异。

对于每一种物质都介绍了下列各项资料和数据：

性质——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、易燃性等有关数据。

溶解度用每100克溶剂中所溶解的无水物的克数来表示。当援引其他数据时，则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——对于每一物质只列举了最具有代表性的反应。当某一物质与其它物质在名称、外形、化学性质及其他特点上都相近时，就特别注意了能使此一物质与其他物质区分开的一些反应。在个别情况下

也列举了一些可以测定试剂质量或测定其中是否含有杂质的反应。

用途——对于作为试剂的各种化合物举出了它们的一些最有代表性的用途。当然，对于试剂应用范围的叙述，不可能把某一物质在各方面的用途列举无遗。

保存——在必要的情况下指出了某些物质的特殊的保存方法。

对人体的作用——仅对于具有剧毒或对工作人员有危险的物质，才提到这一内容。

技术指标——列出了某些化合物的纯度以及 ГОСТ 或 ТУ 所规定的“容许杂质的最大含量”。

熔点栏中括弧内的数字，表示该物质熔融时的温度范围。某种元素或原子团含量栏内括弧中的符号，表明该栏内所列举的数字系按这些元素或原子团计算的。

在编著本书时各编者之间的分工如下：

В. И. 庫茲涅佐夫——本书的主编。编写“反应”与“用途”及某些试剂的叙述部分。并编写了“化学试剂的概述及其应用范围”；还有“化学分析中最常用的特征试剂”部分。

Р. Л. 格洛布斯——协助 В. И. 庫茲涅佐夫进行全部资料的整理工作，确定所有经过计算的数值。编写了“对人体的作用”及“技术指标”两部分。并参与“性质”这一部分的编写工作。

Т. Н. 卡尔斯卡娅——编写了一些无机试剂及它们的反应和用途；还有“化学分析中最常用的特征试剂”部分。

Г. И. 米哈伊洛夫——编写了一些有机试剂，主要是指示剂的部分。

Г. А. 别夫佐夫——编写“用途”部分(其中包括有机化学试剂)。编写了“使用化学试剂的一般注意事项”；还有“化验室操作中所应用的各种试剂”这一部分。

Г. Н. 普雅特尼茨卡娅——编写了某些无机试剂及其反应的部分。

М. С. 罗日杰斯特文斯基——编写了有机试剂及其反应的主要部分。

Н. И. 索科洛夫——編写了一些无机試剂及其反应的部分。

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

略語及符号

А	атомный вес	原子量
ац.	ацетон	丙酮
ацидим.	ацидиметрическое определение	酸量滴定法
безв.	безводный	无水的
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
М	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	不揮发物
нелет. ост.	нелетучий остаток	不揮发的殘留物
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	极微溶
осн. вещ.	содержание основ- ного вещества	主要物质的含量
о. х. р.	очень хорошо растворим	极易溶
пор.	порошок	粉末
пот. высуш.	потери при высуши- вании	干燥损失
пот. прокал.	потери при прока- ливании	灼烧损失
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	浅色的, 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	升华
тяж. мет.	тяжелые металлы	重金属
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
η.	показатель преломления	折射指数
[α]	угол вращения плос- кости поляризации света	旋光度
λ	длина волны	波长

目 录

序言

略語及符号

化学試剂与制剂的概述及其使用范围.....	1
使用化学試剂与制剂的一般注意事項.....	5
无机化学試剂与制剂.....	9
有机化学試剂与制剂.....	217
化学分析中最常用的特征試剂.....	780
各种試驗工作中所使用的試剂.....	837
参考文献.....	852
索引.....	855

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（ТУ）中的各项技术要求所严格限定。在ГОСТ和ТУ中也同样闡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，这一級试剂可以认为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质。

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：有些实驗室的工作人员还有着极不正确的习惯，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，是没有充分理由的；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并没有影响。

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：在过氧化氢內加入极少量的硫酸以便于保存。当用这种过氧化氢进行鈦的比色测定时，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测定本身是在經硫酸酸化过的溶液中进行的。但假如要

測定微量的硫酸或鋇時，則使用這一類含有硫酸的过氧化氢就不恰当了。為此目的，就有必要先將过氧化氢中所含的微量的硫酸除淨；此項工作在試驗室中進行是不困難的。

試劑按照其分析用途，大体上可以分為下列幾種類型①：

用作溶劑的試劑 這一類試劑有：酸類、酸類的混合物、鹼類及各種不同的“熔合物質”焦硫酸鹽、鹼金屬的碳酸鹽、氟化物等等。有時也使用絡合物形成劑，如酒石酸等。溶解有機物質時則採用各種有機溶劑。

分離用試劑 這類試劑是用來分離最初制得的溶液中所含的混合物質，以便更好地進行以後的測定工作。屬於此類的試劑有沉淀劑——它可使其他物質中的某一種離子或物質沉淀出來，而並不沉淀出其他物質（如硫化氫、鹼及緩沖劑、有機沉淀劑等）。為了實現和簡化分離工作，時常利用輔助試劑來精確地調節其 pH 值，或可採用絡合物形成劑，以保留溶液中的某一種元素而不妨礙其他元素的沉淀。典型的絡合物形成劑為有機羥基羧酸或羧酸——酒石酸、檸檬酸、草酸、磺酰水楊酸，以及磷酸、氫氟酸及其他物質。

將沉淀物加以過濾。如使用濾紙過濾時，必須經常注意，勿使濾器上的污垢物（微量的鐵、鈣、鋁、硅、硫酸鹽，有時還有氟化物）落入須進行分析的溶液內。

為了分離和提取某些元素也可以使用提取溶劑（二乙醚、丁醇、戊醇、乙酸戊酯、乙酸乙酯、苯、四氯化碳、氯仿等）。有時也採用蒸餾法除去某些易揮發性的無機化合物，如 SnCl_4 、 SiF_4 、 GeCl_4 等。

用於檢驗的試劑 這一類試劑是很多的，可以利用它們直接地檢驗或測定未知的物質。

屬於這一類試劑的有能形成沉淀的試劑，此種沉淀物可再用其他方法加以稱量和測定（如有機沉淀劑②及許多無機沉淀劑。）能形成特殊顏色沉淀的試劑，經常用來作定性的檢驗和以濁度法或比色法來進

① 這種分類法是極其簡單的，但現在還沒有通用的試劑分類法。

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

行定量分析。

假如能生成带有颜色的可溶性物质，则使用比色法测定更为方便。为此目的，可以利用各种不同的有机试剂，以获致非常圆满的结果，关于这些试剂的作用机理已在专门文献^①中加以详述了。

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

辅助试剂 因此类试剂可以创造条件，以保证某一分析过程的进行或当量点的测定等。

属于此类物质的有：络合物形成剂，用作缓冲剂的物质——“pH调节剂”，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。属于辅助试剂的还有：洗涤沉淀用的溶剂，凝集剂，浓缩剂以及其他等等。

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

关于试剂在分析中的详细用途，应查阅附录于本书后面的分析化学专门文献。

化学试剂除用于分析外，在大多数的研究工作及试验室的合成工作中尚有着广泛的及多种多样的用途；对于不同研究对象的试剂所提出的要求，是十分不同的。苏联工业上所生产的高纯度试剂，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，试验室所需用的试剂，就必须具有很多的品种。有许多试剂的需要量不大，用工厂的方法来生产是不

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

4

經濟的。為了保證這些稀用試劑的供應以進行研究工作，在試劑工廠中設立了一些專門的實驗室來製造消費者所訂購的這些試劑。此外，在蘇聯工業所生產的試劑品種中，也包括大量的用於合成各種不同的有機化合物與無機化合物的物質。

蘇聯試劑工業所生產的試劑，大多數都已編寫於本書中。從本書中也可以大體上看到試劑的主要使用方向，以及某些試劑的質量指標。

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质量不变的預防办法。如试剂为外界物质所污染时，則将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装容器中取出（粉末状及結晶状物质）或傾出（液体物质）。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，不得倒回原来的包装容器內。如剩余的试剂价格昂貴或来源缺乏时，可以将它存放在适当的小容器中，并且必須在容器上用标签注明。

玻璃坛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尘和其他杂质，而且有許多产品又可能揮发掉，或吸收空气中水分和酸类的蒸气。选取粉末状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）常常招致试剂的变质因而使分析的結果发生錯誤。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，需要长时期的使用若干种液体试剂时，則最好每一种试剂都有专用的移液管，而且在全部分析時間內，应将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将移液管混淆，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（盐酸、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钟形小罩复盖之。当要开启瓶子时，先取下钟形小罩放在桌

上，并将塞子放于其中。如此可以防止試剂及試驗台（在上面进行工作的試驗台）不致污染。另外，在开启盛有試剂的罐塞或瓶塞之后，应将塞子放于清洁的地方并将其倒置。

使用有毒物质或易揮发的有毒液体（例如：氰化鉀、氢氟酸、二硫化碳等），以及易揮发的强酸、氨或易发生恶臭的物质（如硫化铵等）时，只应在良好排气的通風橱中进行，如能在单独的小室中进行則更佳。当使用易燃品、濃酸和濃碱以及其他一些有强烈反应性能的物质时，应戴护目鏡及橡皮手套。尤其在使用氢氟酸时（它通常都貯存于不太方便的地蜡或硬橡胶的器皿中）戴上橡皮手套可以防止它濺到皮肤上，而不致引起严重的灼伤。

盛有易燃物或易燃液体（如：乙醚、苯、二硫化碳等）的瓶子及安瓿（細頸坛），决不容許放在使用煤气灯或有电热器的屋內。此种物质应在无火的通風橱中使用。

应当注意，若干易燃物质的蒸气与空气相混合后，当与高热物体接触时，即能引起爆炸。如此就可能形成較空气的比重为大的混合物，而弥漫在地上。使用具有爆炸性的試剂时（如苦味酸及其他多硝基化合物）要特別小心；此时，应謹防火源、火花、猛力冲击以及猛力震蕩。易燃药品、具有恶臭气味的产品以及盛有濃酸、濃氨的玻璃瓶，应保存于距火源远的地方或置于通風橱中；而有毒的或易爆的物品則应特別地封閉于鉄箱或鉄柜中。

有些試剂极易吸水（如氯化鈣、某些鋁盐和鎂盐、苛性鈉等）；盛有这些物质的瓶子和罐子，不得开口存放。并且在取出需要量的試剂之后，应立即小心地盖好塞子。而在某些情况下还須用石蜡熔封之。

見光即发生变化的試剂，应保存在棕色的玻璃瓶（或玻璃罐）中。当这类試剂使用之后，应貯于柜橱中并放于暗处，特別要避免日光的直接照射。

在空气中可以自燃的試剂与制剂（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，应小心地开启安瓿。使用小鋸刀

开启安瓿时，应切割安瓿的頸部；此后即小心的打断頸部。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頸部。正确地开启安瓿时，不应产生玻璃碎片。安瓿内容物最好一次完全地利用在指定的目的上。否則必須重新熔封尚有試剂的安瓿，这就需要一定的技巧。

在一切情况下，开始使用一种不熟悉的試剂之前，应預先了解它的性质。如标签上的字迹不清或标签脫落时，則必須檢查瓶中或罐中的内容物，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质，預防和安全办法，以及避免可能发生的意外事故的措施；和防火方法。

