

冶金分析文集

(第一輯)

冶金工业出版社 編



冶金工业出版社

75.251
298.13
:1

冶金分析文集

第一輯

冶金工业出版社 編

冶金工业出版社

冶金分析文集（第一輯）

冶金工业出版社 編

1958年12月第一版

1958年12月北京第一次印刷12,000册

850×1168 · $1/32$ 115,000字 · 印张 $4^{10}/_{32}$

定价 0.55 元

北京五三五工厂印刷

新华书店发行

書号1125

冶金工业出版社出版(地址：北京灯市口甲45号)

北京市書刊出版业营业許可証出字第 093 号

編者的話

我国冶金工业，在社会主义建設总路綫的光輝照耀下，正在以飞跃的速度发展着。

分析工作是冶金工业中不可缺少的重要的一环。过去几年来，随着工业的发展，我国各部門在冶金分析方面取得了許多成就，有了許多創造发明，也从世界上各个工业发达国家，尤其是从苏联介紹了許多有关分析的文章和先进經驗；但是，由于国内目前还没有一种全国性的分析专业杂志，所以仅发表的一些資料也多半分散地登載在一些其他刊物上，讀者需要参考时，頗感不便。有鑒于此，我社准备將国内外有关冶金分析方面的資料，按內容性質汇集成册陸續出版，以弥补上述缺陷。

下面我們把前五輯的內容介紹于下：

第一輯：极譜分析法，

第二輯：光譜分析法，

第三輯：离子交換法和絡合物測定法，

第四輯：常用金属的容量法和比色法，

第五輯：稀有金属的容量法和比色法。

这五輯的文章主要选自“有色金属譯叢”杂志1956年創刊号至1958年6月号各期。在編选过程中由我社在文字和內容方面作了一些修改。为了节省篇幅，附于每篇文章后的参考文献都已刪去，但在正文內，仍旧把所要参考的書号註明（写在方括弧內），以便讀者在必要时查考。

因为这个編輯工作我們刚开始做，一定会有很多缺点，希望讀者提出意見，并且希望廣大的分析工作者給予支持，使得这一工作能做得更好。

1469772

目 录

1. 分析化学的现代成就和问题·····	3
2. 苏联分析化学的发展情况·····	9
3. 纯金属的分析·····	23
4. 微量杂质的质谱分析法·····	30
* * *	
5. 极谱分析发展的基本方向·····	43
6. 极谱测定Cu、Zn、Pb、Cd时称样的熔融分解·····	53
7. 极谱测定金属铟和含铟合金、以及锡和含锡合金中的Cu、Cd、Ni、Pb、Zn·····	60
8. 极谱测定精铜中的痕量Bi、Fe、Pb、Sb、Ni、Co、Mn·····	65
9. 以铂阳极上氧化法极谱测定铜合金中的Mn·····	68
10. 用氯化钙作底液极谱测定Ni·····	73
11. Sr的极谱测定·····	76
12. 关于Ga的极谱测定问题·····	80
13. In的极谱测定·····	84
14. 极谱测定铟中的Pb和Tl·····	90
15. 四价Ge的极谱学·····	100
16. 极谱测定硫酸溶液中的Nb和Ti·····	107
17. 极谱测定合金中的Nb和W·····	111
18. 钼的极谱接触电流及其在定量测定微克量Mo时的应用·····	117
19. Fe和V的示差安培滴定·····	129
20. 青铜中Fe和Al的安培测定·····	133

1. 分析化学的现代成就和问题

И. П. 阿里馬林

近十年来, 分析化学——在制定分析的理論基础及研究物質和材料的組成方面, 面临着极其复杂的任务的科学——发生了巨大的变化。

在我国所进行的宏大的改造工作, 国民經济各个部門内的生产力的发展, “新品种材料的利用”, 特別純度的物質在技术上的应用, “生产过程的自动化”, “原子核能的应用”, ——所有这些使得分析化学的許多方面都得到显著的扩大和发展, 并且提高了分析化学在研究和生产檢驗中的作用。研究的新方向和新方法发展之特点是它們逐漸縮小着化学分析法和物理分析法之間的界限。

为了說明近些年来分析化学中竟发生了多么大的变化, 可以列举几个例子。

如所周知, 物理分析法和物理化学分析法获得了广泛的应用。

在分析試驗室的實踐中, 普遍应用着光譜法、光电比色法和极譜法, 同时并开始采用了超微量分析以及电子显微鏡的次微量分析。由于元素放射性的应用, 得以着手研究 10^{-20} 克数級的元素 (即远远超过現有方法灵敏度范围) 的分析化学了。

以前, 分析化学家为了測定元素, 总是力求最完全地分离元素; 現今, 示踪原子法有可能借助于元素的部分分离及其与分析結果的相互关系而測定性質相近的元素 (同位素稀釋法)。

目前, 分析化学家不仅对元素感兴趣, 而且对于元素的同位素組份亦感兴趣; 为此, 应用質譜分析和放射性輻射的光譜分析。同时, 对不同物質中微量雜質測定方法的发展也越来越加。

注意。

現代工艺学力求更准确地控制工艺过程从而过渡到采用連續生产过程，这就决定了要进一步提高分析的快速性。快速法不仅对于工厂控制是必要的，而且对于核子反应所得短寿命的放射性同位素的研究亦是必要的。在这方面获得了很大的成就；利用現代仪器可以鑑定和定量測定具有零点几秒鐘“寿命”的同位素。

所举的例子給人的概念不仅說明在分析化学中发生了一些变化，而且亦指出在解决識別不同物質的組成問題时使科学和技术各个方面的成就配合起来是有效果的。所述的变化引起了某些分析方法的迅速而全面的发展，并促使它們成長为独立的領域——例如，光譜法、极譜法等即是。

各种各样的分析方法的发展，与分析化学上理論問題的解决有密切联系。

人們进行了大量工作来研究沉淀形成的規律，其組成、結構、溶解度、分解溫度（热重量分析）等，以及对元素分离和測定有重要意义的吸附、共沉淀現象。在此种情况下，利用固相和液相极其不同的性質所进行的物理化学分析法起着主导作用。应用放射性同位素一方面可以加速分析系統的研究，另一方面，亦可以提高被分析沉淀溶解度的測定准确度和可靠性，同时可以更深刻地了解吸附和共沉淀过程、絡合物中离子交換等等过程的机理。

为了解具有分析意义的反应的机理和动力学，应用庫尔納科夫的物理化学分析进行了关于水溶液和非水溶液中物質組成的研究。繪制“組成——物質”图可以揭示出新的規律性，并可以解决关于溶液中形成的沉淀和离子的組成問題。

解决这些問題时，研究簡單化合物和絡合物溶液在光譜可見区域、紫外区域和紅外区域內的分光光度法具有特殊的意义。同样地亦利用电化学法（极譜法，电泳，导电率）、吸附剂上的离子交換（色层分离法）等。

近些年来积聚了有关水溶液中絡合物化学的大量資料。研究了800多种絡离子，并确定了它們的形成条件和稳定度。綜合了大量的实际資料，查明了对各类絡合物有影响的因素。在这方面，具有显著作用的是基于研究离子能量特性的热化学研究；这些特性基本上可以測定离子在溶液中的性狀。

在分析化学中，关于有机試剂在分析中的应用著作数目逐年增加——这是由于它們有实际价值的性質所致。苏联和国外的許多分析化学家在探討着許多理論問題；从对这些問題的回答中可以預見有机試剂或一定品級的試剂对无机离子的关系，并可指出完成反应的最好的条件。根据早为邱加耶夫所揭曉而后又为許多研究者所发展的規律，可以做出关于有机試剂作用的选择性的結論。在这方面的理論研究方向是寻找有选择作用的新的沉淀剂和絡合物形成剂。如所周知，有机絡合物形成剂具有多么大的作用，例如在色层分析中；而所謂“氨羧絡合剂”在分离和測定元素时也起着这样的作用。

对有机試剂在重量和容量分析中、在比色法中或作为指示剂的应用方面的丰富試驗資料的系統化和总结，开辟了有意識地、而不是單凭經驗地寻找新的有机試剂或改良已知有机試剂的道路。

在不久以前，以不与水溶混的有机溶剂的提取应用在分析試驗室的實踐中还是少見的；而現在由于很多研究者的努力，提取法已成为可以快速而完全地分离元素的廣泛应用的方法了。这个方法在研究放射性同位素混合物时，对于分离痕量元素以便随后进行其化学、光譜或放射化学的測定是具有特殊意义的。

在有机物的化学分析中，有机試剂也得到了不少的应用。在此种情况下，理論問題的探討亦可扩大个别有机物的特效显色反应的数目。

近些年来，在解决許多理論實踐問題时，各种无机物和有机物中微量和超微量（痕量）的杂质显出特別重大的意义。

例如，某些杂质对半导体、金属互化物、合金鋼、抗热和耐热合金、催化剂、发光剂、超純金属（特別是稀有金属）的物理

性質和化學性質有不良或優良的影響。

知道小濃度元素及其同位素的含量對於解決地球化學問題，特別是在研究核蛻變產物以及新的合成元素（鐳、砷、銻、鉍及其越鉍元素）時的核子化學問題是具有重要意義的。

在有機化學中，外界的雜質對於特殊產品的性質和出品率也有很大影響。

如所周知，“微量元素”在植物和動物有機體（生長的刺激素、地方流行病等）的生活機能中起着多么大的作用。抗生素和酶的研究也聯系到微量濃度的性狀。這屬於在微生物中發生的生物化學過程。

所有這許多問題都在分析化學面前提出了制定微量分析法和測定小濃度物質的新任務。其中，首先是必須更廣泛進行溶液中超微量濃度物質性狀的理論研究，特別是在有大量其他組份存在時分離微量組份的各種化學操作。另一方面，縮小物質可能測定的界限，達到幾十和幾百個原子或分子（ 10^{-20} — 10^{-22} 克）的程度，要求利用同位素和非同位素載體及有機試劑的共沉淀和吸附、有機溶劑提取、離子交換色層法、揮發性無機物或有機物的蒸餾和昇華、電解等途徑來改進和制定富集元素的新方法。

在這些研究中，利用無載體的或有很大比活度的放射性同位素以及應用含有示踪原子的試劑，都起着特殊的作用。

應用穩定同位素在光譜法中作為內標可以提高測定的可靠性和準確度。在解決測定痕量物質的問題時，基於以基本粒子、首先以原子反應器中的中子來照射所研究物質的放射性活化分析具有特殊的意義。

由於核反應而形成的元素的放射性同位素可以用輻射度法測定。此法的靈敏度達 10^{-11} — 10^{-12} 克數級。目前用此法已成功地測定了半導體金屬（鍺、硅）中的微量雜質，並根據形成的分裂碎片測定了礦石中的微量鈾。

除物理法外，痕量無機物和有機物的物理化學分析法，特別是光譜的紫外區域和紅外區域的分光光度分析、螢光分析、電化

学法——示波极譜法、电流滴定法、电量滴定法等应该获得更大的发展。

在許多場合下，利用細菌学法是有益的。

为研究极少量物質的組成——例如越鈾元素、矿物的包裹体和合金的夹杂物、电极的乳膜、在高压和超压下或在研究微生物和單細胞的生活机能过程时的矿物合成产物，还要求超微量分析的技术和方法有更大的发展和改进。創造新型的微量操作器、超微量天平以及类似的設備可以測量少于 10^{-9} 克的質量和少于 10^{-7} 毫升的液体及气体体积。

由于制定連續自动記錄的分析方法以及对測定准确度要求的复杂化，因而提高生产檢驗方法的快速性問題乃是分析化学的最重要的任务。

改善試驗室的仪器設備，改进仪器構造、使分析人員的劳动合理化，可以完成这一任务。应当指出，在目前的条件下，改进仪器（分析天平、過濾設備等）可以大大簡化各种物料的分析。

近些年来順利地发展了可以显著提高測定灵敏度和准确度的示波标譜法、电流滴定、电量滴定、高頻率滴定。在物理分析法中，光譜法得到了廣泛的应用；此法不仅向縮小被測定元素最小濃度的界限方面有了发展，而且在提高界限方面也有了发展，即已能測定合金和硅酸鹽的主要組份，其准确度不小于普通的古典化学分析法。

現在越来越有必要利用吸收分光光度法了，它不但可以提高測定的准确度，并可以对溶液中复杂結合的元素进行定量測定而不須使它們分离。在火焰光度法应用于硷元素及硷土元素的分析方面得到了很大的发展。所有这些問題的解决只有組織新仪器的生产方可得到保証。創造用于有机物和无机物的发光分析、螢光滴定和輻射度滴定的新仪器，可以在工厂檢驗的實踐中扩大利用这些方法。

矿物原料及其加工产品，以及天然人造有机物的元素分析并不是有多大困难的；在这方面主要的問題是統一方法。含稀有元

素的矿物原料、合金和各种化合物的分析情形是不太好的；近些年来，稀有元素在不同的科学和技术领域内都具有重要意义。所以，关于稀有元素的分析化学问题，以及制定其测定和分离的新方法，特别是在复杂组合时，要特别加以注意；在苏联和国外的刊物中所发表的有关测定铍、钛、锆、钪、钒、铌、钽、锡、钨、钼、铀、稀土元素、镓、铟、铊等论文的显著增多就证明了这一点。

同时也应指出过去很少研究而近年来正在发展的溶液中和固体物质中元素价态的定性和定量测定。

迄今为止还很少注意物质结构特别接近的混合物的分析。为了解决这些在研究有机产品、有用矿物、合金等时具有极重要意义的问题，主要应用基于试剂对多相物质的个别物相起选择作用的化学物相分析法。在许多场合下，物理物相分析法是最有前途的；例如，利用光学电子显微镜和中子显微镜检查，以及应用放射性同位素或以中子照射放射活化达到在感光板上放射自记照象的射线照象法来测定混合物中的个别物质。微相的“点”光谱分析和X射线光谱分析也值得注意，例如在研究抗热合金时。

为分析混合物，特别应注意X射线照象法、中子照象法、微波和红外光谱等等。

在解决分析化学的许多问题当中，在颇大的程度上要求科学家预见到科学和技术发展的道路。利用相近科学获得的成就，更广泛地应用物质各种各样的性质和提出其新参数，这样可以创造更有效的分析方法。

譯自：Заводская лаборатория, 1957, 2, 131—135.

2、苏联分析化学的发展情况

乌克兰科学院院士 A. K. 巴布科

在二十世紀，分析化学主要是在保証解决生产檢驗任务的基礎上发展起来的。在頗大程度上，分析化学比化学的其他方面与工业的增長关系更为密切。

国家工业化为化学工作者，其中包括分析化学工作者提出了大量的問題，这些問題的解决便要求研究并掌握已有的經驗，要求解决文献資料的利用問題，要求制定各种新方法。同时，工业不仅确定了擺在分析化学面前的許多任务，而且也为实现其任务給予了物質上的援助。工厂實驗室需要熟練的干部。鑒于上述情况，高等学校的許多教研室已經成为把分析化学作为科学来发展的“結晶核心”。而工厂實驗室則由于进行研究工作并为科学工作者提出某些問題，因而对这方面科学的发展也有重大的影响。

沒有刊物，科学就不能存在，而且也不能发展。由于有交換經驗的要求，因而出現了許多的專業雜誌：“工厂實驗室”及“分析化学雜誌”，並且在其他的雜誌中也出現了报导分析化学的篇幅；出版了大量关于分析化学方面的單獨問題的專論。

只要我們約略地回憶一下过去，就不难看出，在苏維埃政权年代里，与科学的其他許多部門获得了重大成就的同时，在分析化学方面也取得了巨大的成就：大批熟練的干部成長起来了，實驗室、刊物也都創立起来了；完成了大量的理論性工作，并制定了許多的化学分析法；創建了分析化学許多部門的科学基础。

一般問題和組織問題

在苏維埃政权最初的年代里，擺在我国分析化学工作者面前的主要任务是以現代的分析方法保証逐漸成長的冶金学及地質勘

探的需要。当总结过去苏联分析化学的发展时，不能忘记制定各种国家标准及编著化学指南的许多化学家的辛勤劳动。这些化学家的名字一般是不公布的，但是，他们完成了非常重大的工作，从许许多多的参考资料中选定了最重要及最完善的原理和最重要的方法。由于他们用自己的经验充实了这些材料，科学家才创立了各种国家标准、统一的方法以及最初的应用指南。

在本世纪二十年代高等学校里的分析化学工作者没有直接地到工厂实验室去进行过锻炼。最初，高等学校分析化学教学大纲的正统任务仅限于研究再结晶作用和纯制剂的分析。这些初步的基础对于分析工作者，犹如解剖学和生理学对医生同样地需要；但是，对两者来讲，仅止于这一点点知识显然是十分不够的。金属中的硫、磷、碳及其他元素的测定，无论在理论上，无论在方法上，无论在速度上都尚未达到以前教科书上所描述的那样。假如重新审查一下二十年来的教科书和应用指南的话，虽然存在有许多缺点，但是，仍不难看出有着欲消除古典分析化学与现代检验生产的方法之间的界限的重要尝试。例如，企图把纯氯化钨的分析及金属和矿石中的硫的测定，以及硅酸盐中的二氧化硅的测定建立在同一个理论基础上的尝试具有重大的意义。为要了解分析化学今后的方向和发展，同样须要熟悉从一般观点来研究古典重量分析及比色测定法等等的最初尝试。H. A. 塔那那耶夫关于容量分析及重量分析的教材和某些其他指南无疑地具有进步的影响。

❶ 没有相当的杂志及专论的出版，科学的任何部门的发展就会立即停顿下来，特别是定期刊物对于科学的发展及科学与实践的联系具有重大的意义。我们已经有培养干部的良好条件，并且正确地确定了工厂实验室的工作方向。因此，在良好的情况下，刊物是传播新技术、交流经验的最理想的，最广泛的和最迅速的方法。在我国分析化学方面的两种专门杂志的出版大大地促进了这方面科学的发展。出版了许多独创性的著作，这些著作证明苏联的分析化学水平是很高的，它的发展是飞快的。关于某些元素的分析化学方面的评论，关于某些方法的发展的评论，以及关于应

用試劑的評論等等都是极其有价值的。就許多方面来講，这些評論比一些外国雜誌的偶然性的評論及非綜合性的評論都要好些。

許多关于普通分析法、各种技术物料分析法和理論性的專論的出版对苏联分析化学的发展是一个重要的貢獻。曾經多次再版的 A. M. 戴莫夫和 C. IO. 法因別尔格所著的以及集体創作并由 IO. H. 克尼包維奇和 IO. B. 莫拉切夫斯基主編的指南及其他書籍是工厂实验室的必讀之書①。

現代国外的文献中往往不乐意甚至絲毫也不提苏联化学家的独創性的著作。但是，誰若是精通了一切科学中已經研究清楚了的重要的东西，誰就能成为胜利者。因此，必須認識到翻譯和出版一些关于論述分析化学上一般問題及專門問題的優秀的外国書籍，对苏联的科学也是一个可貴的貢獻。这里应当表揚 IO. IO. 魯尔叶，他曾在这方面作过很多系統的工作，除此以外，他通常还兼做一些关于报导苏联化学家著作的翻譯工作。

在我們的时代里，科学的每个方面的发展都仰賴于多数人的共同努力。因此，討論爭辯問題和实现研究項目的統一規劃的科学會議具有特殊的意义。全苏第一次分析化学會議是1939年举行的。这次會議的“論文集”对于分析化学一般問題研究方面的发展，有机試剂的应用，光学和电化学分析法的应用，庫尔納科夫的物理化学分析法的使用及工业各部門檢驗方法的情况等等做了重要的总结。这次會議的論文集第一次明显地証明：在苏联，分析化学工作者的队伍已經成長起来，他們遍佈于全国各地，同时也証明了，苏联的分析化学具有很高的水平。

卫国战争后，召开了討論分析化学方面个别問題的會議，它表明了我們的高度的水平和干部数量的增長。單是参加这几次某些元素的分析化学會議的化学家就有数千人。为了便于对比，不妨回憶一下过去，革命前的俄国，在化学和工艺学的所有各个專

① A. M. 戴莫夫著“矿石金銀的工业分析”已由高等教育出版社出版，C. IO. 法因別尔格著“有色金銀矿石分析”已由冶金工业出版社出版——編者。

业方面仅仅拥有約1000名受过高等教育的化学家。

研究苏联分析化学发展的一般問題和組織問題时，同样还須要提到试剂和實驗室装备的生产問題。我們很了解，在这方面还存在着許多缺点。但是，儘管还缺乏某些类型的設備和材料，仍然需要指出：事实上，十月革命后是在空地上（在革命前的俄国沒有这种工业）建立起了一批基本上能保証我們實驗室的需要的大型企业。

在許多科学和工业部門中設置了專門的化学分析機構，它們正在进行有价值的有系統的工作。必須指出烏拉尔金属研究所标准試样實驗室和莫斯科試剂研究所的巨大作用。大家都知道，有許多因素可以影响化学分析的准确性；复杂物料中組份含量的測定比度量衡学的任何类型的測定要复杂得多和特殊得多。标准試样能够檢驗實驗室当前具体条件下測定的准确性。因此，假設沒有建立起普通标准試样的正常生产的話，那么實驗室大部份工作的質量就不知道要低到如何程度了。

現代的条件要求飞快地发展科学，其中也包括分析化学。因此，除了肯定成績之外，应当指出某些缺点和摆在我們科学家面前的任务。

在分析化学方面虽然完成了許多独創性的工作，但是，在某些方面还未建立起来主导的学派；在其他場合下情况是比較好的，但是，这些学派的数量还跟不上科学战綫上該领域中各項問題的數字。例如，在我們这里，还没有任何一个地方，象金属分离法那样系統地和相当廣泛地研究过利用有机溶剂的提取法。关于自动檢驗法方面的著作还是很少的；这在頗大程度上，是由于电化学分析法方面所做的工作还很少而造成的。关于有机試剂利用方面的工作开始得比較晚；甚至曾經有过反对廣泛利用有机試剂的意見；除此以外，試剂工业也未能很好地担負起其生产任务。目前，情况已大有好轉，但是，研究这个問題的化学家仍然不多。关于离子交換剂、共沉淀方面的工作显然做得也还是很不够的。

苏共第二十次代表大会的決議号召我們研究那些將具有重大

意义的許多稀有元素。随后，就出現了一些闡明这些元素分析化学方面的問題的独創性的著作和小冊子；但是，在这方面仍然还缺乏系統的研究。关于研究高純度金属、耐热合金和硬質合金（如硼化物等类型）的工作方面的情况也大致与此相同。

在我們雜誌的篇幅上很少討論各种方法的价值标准；有时，提出一些其优点未經認真討論的新試剂或新方法。新的东西，只有当它較完善时，才有权力享受“新”的这种称号。应当注意到：对于为要达到一定目的而提出的許多（有时占大多数）方法进行系統的、有科学根据的檢驗是拟制国家标准最有价值的一項工作。

关于制取高純度金属的問題具有重大的技术意义，但是，为了檢驗其生产，必須認真地改进純試剂的生产。

在制取高純度金属后我們的雜誌应当儘快地把这方面的文章刊登出来。

应当大大地改进仪器的生产，特別是現代的光学分析仪器的制造方面。

化学分析古典方法

关于古典分析法方面工作发展远景的問題众說不一。这里，毫无疑問地，如果没有古典分析法，便既不能檢驗絕大部份現有的生产，也不能研究新的材料。正如在其他一切的情况下同样，只有在把各种方法綜合起来加以配合或是合理地選擇了在該条件下最适合的方法时才能获得成果。

我們可以就目前最迫切的問題之一的、純金属和純合金（耐热金属、半导体材料、核反应产物）中微量雜質的測定問題来看一看。在分析的最后阶段，常常利用古典分析化学上所不采用的一些方法（比色法、极譜法、光譜分析法、示蹤原子法等）进行測定。但是，在分析的最初几个阶段，所有这些方法通常都要求解决某些“典型”的問題——《物料的“解剖”》，特別是元素的分离。对于元素的分离这句话，應該从廣义方面来理解，因为其中

包括物相分离的一切問題——沉淀和共沉淀、离子交换、置換沉淀、提取、蒸餾；在理論与实践方面隱蔽作用問題也与此有着密切的关系。必須強調指出，在所有这些問題中，分析化学的研究中心問題与相近的科学和技术方面所研究的中心問題互相非常接近；这只要把分析法与許多稀有元素的技术分离法比較一下就可以看出。在关于分离元素的极其重要的問題上，化学和工艺学的互相近似的方面常常是彼此互相充实。

苏联化学家在解决分离元素的問題上作出了巨大的貢獻。苏联最初一批教科書和应用指南就已經指出了沉淀的溶解度和純度，以作为选择沉淀反应（为了分离元素）时的基本标准。这两种特征都可以用定量法来表示，这样就有可能为选择最合理的方法及选择应用此法的最理想的条件提出科学的根据。不依某些作者所犯的个别錯誤为轉移的看問題的这种观点是进步的，目前在化学界和工艺学界这种观点佔着优势。在評定用离子交换法、提取法等分离元素方面也可以利用这种观点。为了客观的評價各种不同方法而利用定量的特征：“方法的分散度（精密度）”或“分离因数”。可惜的是，有时在我国和国外还能碰見純經驗性的文章，这些文章中所討論的是沉淀理論上的某些次要問題，或者推荐一些各自的沒有与从前的方法进行过定量比較和沒有有关溶解度数据根据等等分离元素的方法。

采用庫尔納科夫的物理化学分析法对于沉淀过程理論的发展具有重大的意义。И. В. 塔那那耶夫在这方面作过系統的研究。物理化学分析法的使用对鑑定含固相易变組份的系統是特別有价值的。从前，化学家曾竭力想要避免生成象氟化物、鉄氟化物等的沉淀物。在上述的文章中查明了濃縮条件与沉淀組份之間的关系；同时，还制定了許多分离元素的新穎的方法，其中包括呈鉄氟化物等状态的稀有金属分离方法。

В. Г. 赫洛宾是創立沉淀理論和应用这种方法的創始人之一。現在也还有人在繼續研究这些問題。И. М. 柯連曼正在系統地进行着与吸附作用和与固体溶液的形成有关的共沉淀过程的物理化