

胶体矿物学原理

Ф. В. 丘赫洛夫 著

科学出版社

Ф. В. ЧУХРОВ
КОЛЛОИДЫ В ЗЕМНОЙ КОРЕ

Изд. АН СССР

Москва 1955

內 容 簡 介

本书原名为“地壳中的胶体”，作者从胶体化学的观点出发，阐述了岩石、矿物的胶体性质及其在不同地质条件下的演变过程。

书中共分四章：第一章综述了胶体化学的基本概念及其在研究地壳胶体中的作用；第二章阐述了地壳内所进行着的各种地球化学活动及其过程中胶体的作用和意义；第三章是胶体矿物学的一般知识，并以实例分析了胶体作用的现象；第四章也是本书中占篇幅最大的一章，较详细地论述了自然元素、硫化物、卤素化合物等以及其盐类所形成的胶体矿物和偏胶体矿物。

这些理论和实例对研究无机界的微观世界有重大意义，可供地质工作者、岩矿研究人员、胶体化学研究人员、土壤研究人员，以及这方面的教学工作参考之用。

胶 体 矿 物 学 原 理

[苏] Ф. В. 丘赫洛夫 著

萧序刚等译

刘海晏、关广岳校

*

科学出版社出版

北京朝阳门内大街117号

北京市书刊出版业营业登记证出字第061号

中国科学院印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

*

1965年12月第一版 开本：787×1092 1/18

1965年12月第一次印刷 印张：39 插页：3

印数：0001—1,500 字数：799,000

统一书号：13031·2210

本社书号：3361·13—14

定价：[科六] 5.50 元

序 言

这部著作阐述了在各种成因类型的矿物、岩石和矿石的形成与变化过程中能够说明物质胶体状态的意义的综合性材料。

作者本人所提出的任务是要尽可能较为完整地阐明在地壳中物质胶体状态出现的各种情况。从这个目的出发作者曾经利用过许多发表在不同国家里的著作。就总的方向及在著作中叙述的实际材料而论，这部著作似乎可以称为“胶体矿物学原理”。

本书分成四章。第一章叙述胶体化学的一般基本概念，第二章说明在地壳内进行的各种过程中胶体所起的作用，第三章是分析胶体矿物学的一般性问题，第四章是分量最重的一部分，叙述了各种胶体矿物和偏胶体 (метаколлоидные) 矿物。

按照总的计划，本书与 1936 年苏联科学院罗蒙诺索夫研究所出版的“地壳中的胶体”一书有许多共同的地方，其中若干章节经过某种程度上的改写和补充，已收入目前这个专门著作之内。

作者所提出的各个原理曾经经过讨论，但还不能认为是为大多数研究者所确定的概念。

作者在撰稿时采用了 С. Н. 阿列兴 (Алешин)、И. И. 金兹布尔格 (Гинзбург)、О. М. 舒布尼科娃 (Шубникова)、Т. Н. 沙德隆 (Шадлун) 等人的宝贵意见。个别章节承 И. Н. 昂替波夫-卡拉塔也夫 (Антипов-Каратаев)、Н. М. 斯特拉霍夫 (Страхов)、И. А. 奥斯特罗夫斯基 (Островский)、А. И. 彼列尔曼 (Перельман) 等人审校。手稿付排时，Л. П. 耶尔米罗娃 (Ермилова) 曾给作者很大的帮助。对于上列这些人作者仅表示衷心的感谢。

目 录

序言	ix
緒論	1
第一章 物質分散性和胶体状态的一般知識	3
分散体系的概念	3
分散体系的分类	3
胶体分散体系	4
胶体溶液的性质	5
溶胶的概念	7
胶体溶液的发生	7
胶体粒子的电荷	9
胶体粒子电荷的发生	10
胶体粒子的結構	12
离子的水合作用	14
胶体粒子的水合作用——亲液胶体与疏液胶体	15
胶体的电子显微镜检查法	16
胶体溶解度	18
溶胶稳定的因素	18
胶体的凝結作用和胶溶作用	19
胶体的敏化作用、稳定作用和保护作用	24
凝結物(凝胶)	26
凝結物的陈化和縮水作用	28
膨胀作用	29
滞后現象	29
吸附作用	30
与凝胶中的扩散現象有关的間歇反应	34
半渗透性薄膜	37
气溶胶(气态分散体系)	42
高温溶胶和火雾石	46
介晶状态	46
参考文献	48
第二章 地壳中的胶体作用	50

气溶胶, 有机物的胶体	50
风化壳、土壤覆盖层和氧化带中的胶体	53
化学风化作用的主要作用力	53
矽酸盐风化的概念	56
深层风化的概念	65
风化壳	66
在高湿度情况下形成的风化壳	68
在中等湿度和低湿度情况下形成的风化壳	73
在湿度极低的情况下形成的风化壳	78
氧化带	83
土壤覆盖层	87
在陆相和海相沉积岩和沉积矿石形成中胶体的作用	92
大陆水和陆相沉积物中的胶体	92
河水中的胶体	92
湖相沉积物中的胶体	95
沼泽沉积物中的胶体	101
海水中及海相沉积物中的胶体	104
成岩作用和后生作用中的胶体	116
胶体在热液矿床形成中可能起的作用	127
气成和热液成矿作用的一般问题	127
作为矿石原料来源的岩浆	127
残余熔体	128
岩浆中水的含量	129
岩浆中水的状态	130
气体和蒸气中造矿物质搬运的形式	131
关于液态含矿溶液(热水溶液)性质的概念	135
含矿溶液的反应和成矿物质的搬运方式	136
矿物从热水溶液中沉淀的因素	139
矿物沉淀顺序性的原因	139
矿脉中矿化作用分布不均匀性的原因	140
关于热液矿床形成中胶体作用的概念	141
造矿物质成矿溶液搬运学说的矛盾	142
金属矿床中最重要造矿物质的胶体溶液存在的可能性	145
硫化物	145
金	147
氧化矿	148
胶态热水溶液发生的可能途径	148
胶态热水溶液发生凝結的原因	149

胶体溶液和交代现象·····	151
粘性胶体溶液的学说·····	152
热液矿床原始凝胶的变化·····	154
偏胶态矿石的矿床实例·····	157
黄铁矿矿层类型的矿床·····	157
碳酸盐岩中的铜矿床·····	159
铅-锌矿床·····	162
锡矿床·····	170
钨矿床·····	171
金矿床·····	171
铀矿床·····	174
参考文献·····	174
第三章 胶体矿物学的一般知识·····	187
玻璃、变生非晶质体、胶体矿物和偏胶体·····	187
凝胶中的水及凝胶的脱水·····	193
胶体和偏胶体矿物外貌上的特征·····	196
概论·····	196
钟乳状集合体·····	204
鲕石·····	209
结核·····	221
松林石·····	222
半渗透性薄膜在胶体及偏胶体的结构及构造形成中可能起的作用·····	225
韵律作用与胶体·····	228
外部韵律现象·····	228
内部韵律现象·····	231
凝胶中的扩散现象·····	231
在非凝胶介质中的扩散及毛细现象·····	232
吸附现象与天然胶体·····	234
凝胶及细分散沉积物对真溶解物质的吸附·····	234
结晶体的吸附作用·····	241
胶体矿物的光学性质·····	242
凝胶中的结晶作用·····	243
固体分散体·····	251
关于矿物-固体分散体的一般资料·····	251
矿物的胶体颜色·····	254
在透射光下的颜色·····	254

在散射光下的顏色·····	265
参考文献·····	266
第四章 胶体矿物和偏胶体矿物·····	277
自然元素·····	277
硫化物·····	285
卤素化合物·····	296
氧化物·····	304
铜的氧化物·····	307
含水氧化鋁类·····	308
二氧化矽类·····	319
鈦、鋯和錫的氧化物·····	343
釩及鉍的氧化物·····	348
鉬、鎢及鈾的氧化物·····	351
錳的氧化物类·····	354
鉄的氧化物类·····	377
水鋁矿类·····	391
成分复杂的氧化物·····	395
氧化物偏胶体的混合物·····	415
碳酸盐类·····	415
硫酸盐、碲酸盐、錫酸盐·····	433
磷酸盐·····	442
釩酸盐·····	484
砷酸盐·····	486
銻酸盐·····	493
矽酸盐·····	499
蛇紋石类·····	509
石棉及海泡石类·····	519
綠泥石类·····	529
鎂及鉄綠泥石类·····	529
含鎳綠泥石类·····	539
蒙脫石类·····	543
一般資料·····	543
正离子的吸附及交換·····	546
膨胀·····	548
蒙脫石类矿物分子式的計算·····	549
对于有机質染料的关系·····	552

蒙脫石質粘土·····	553
蒙脫石类各种矿物的簡明特征·····	556
高岭石类·····	587
多水高岭石类·····	598
金茲布尔格石·····	610
伊利水云母类·····	614
海綠石类·····	619
其它矽酸盐·····	626
参考文献·····	637
結束語 ·····	668
索引 ·····	671

緒 論

发现物质胶体状态的第一个学者是 M. B. 罗蒙诺索夫。在其“精确的物理化学导论”(1747—1752)这一著作中,他指出了溶质从溶液中析出的两种类型:结晶作用与凝結作用。“由于蒸发或煎煮而逐渐变浓并繼續靜置于冷处的液态物体,当其一部分开始轉变为带稜角的固态小粒时,就发生了結晶作用”。与此相反, M. B. 罗蒙诺索夫把凝結作用认为是“在沒有显著的蒸发现象发生时,由稀薄液体变为稠密液体,或由稠密液体变为柔軟固体的轉变过程。煮熟鸡蛋和牛奶凝結就是这种凝結作用的例子”。許多物质的胶体溶液現在认为都是溶胶,而 M. B. 罗蒙诺索夫則將它們称为“汁”(сок)。M. B. 罗蒙诺索夫第一次制出了在玻璃中分散着金的胶体溶液(紅色玻璃)。1797年俄罗斯科学院院士 A. 穆星-普希庚(Мусин-Пушкин)制出并描述了金属汞的溶胶¹⁾。

胶体这个名詞是1861年由格勒姆(Graham)引入的。

1869年发表了基輔大学 И. Г. 波尔邵夫(Борщов)教授的一篇精細的論文:“构成动植物机体的某些胶体物质的性質及其粒子的結構”。与格勒姆把胶体物质跟結晶物质对立起来的看法不同,И. Г. 波尔邵夫得出結論,說胶体物质本身是結晶的。后来,利用較精細的研究方法,对多数物质來說这个結論被証实了。

首先指出胶体在矿物形成中所起的作用的是 M. B. 罗蒙诺索夫,因他在其所著“論地层”一书(1763年出版)中指出某些矿物(蛋白石、玉髓)的产生是由于“浓汁”(即凝胶)固化而成; M. B. 罗蒙诺索夫認定“变浓作用”(огустение)乃是“产生石头的方式”之一。

十八世紀末十九世紀初最伟大的俄罗斯矿物学家 B. M. 謝維尔京(Севергин)指出凝結作用(即聚沉作用)乃是矿物形成方式之一。在“矿物学或矿产自然历史的基本原理”(1798)中,他写道:“当被溶解物体沒有蒸发就失去大部分溶媒,同时許多特殊的粒子共同結合成致密的畸形物体的时候,就发生了凝結作用。致密的矽酸就是属于这种成因的”。

1) И. И. 伊斯科里茨基(Искольдский): Вице-президент берг-коллегии Аполлос Мусин-Пушкин, “Природа”, 1948, №. 3.

此后不久(1832),著名的俄罗斯矿物学家和岩石学家 Д. И. 索科洛夫¹⁾ (Соколов) 指出了瑪瑙就是由軟胶状的氧化矽产生的。一系列有关胶体在矿物形成中的作用之重要概念是在德国矿物学家 J. F. A. 布莱陶普特 (Breithaupt) 和奥地利矿物学家科尔紐 (F. Cornu) 的較晚的許多論文中提出的。

本世紀来由于积累了許多事实和扩大了胶体化学的运用范围,关于胶体在矿物形成中的作用之观念得到了应得的承認和进一步的发展。出現了不少的著作,这些著作都企图运用胶体化学的規律去解释地壳中极端不同的事实和現象。在許多俄罗斯学者的著作中指出了胶体及胶体的作用在地壳的生命中具有很大的意义。B. И. 維尔納茨基以其慣有的卓越的概括能力闡明了生物圈中胶体的作用。稍晚些时候,关于表生帶中胶体的許多观念和事实的概括則是 A. E. 費尔斯曼作出的,他大大地扩大并加深了表生过程的概念,特别是应用到土壤圈上。在理解风化壳形成时胶体所起的作用上面,И. И. 金茲布尔格的許多著作提供了許多新的东西。在土壤胶体的研究上面一些值得注意的結果是 И. Н. 昂替波夫-卡拉塔也夫和 И. Д. 謝德列茨基 (Седлецкий) 获得的。外国的学者們提出了很多关于在地壳中出現的物質胶体状态的观念。

矿物胶体所分布并稳定的主要区域是地壳的表面部分——表生帶,在此地带內的某些物理-化学和热力学条件下形成的許多矿物和岩石要产生剧烈的分解作用。因此,表生帶对于在某些条件下形成的矿物物質來說,乃是一个具有“地球化学矛盾”²⁾的地带。按照 B. И. 維尔納茨基的意見,胶体状态乃是“热力学地球圈上部的特征状态”³⁾。

关于地壳中胶体的学說乃是今日地質科学的一个分支,其基础是利用最重要的胶体化学原理来識別矿物胶体的性質及其在不同条件下发生和变化的过程。本书所叙述的众多材料确实了在这个領域內的无可怀疑的成就,并表明在这个領域內存在着一些重大的問題,这些問題的解决将有助于进一步深入理解关于地壳物質以及地壳中矿物、矿石和岩石形成过程的普遍概念。

1) Д. 索科洛夫 Руководство к минералогии с присовокуплением статистических сведений о важнейших солях и металлах, СПб., 1832, ч. 1.

2) А. Е. 費尔斯曼 Геохимия, т. 2. Л., ОНТИ, 1934.

3) В. И. 維尔納茨基 Очерки геохимии 4-е (2-е русск.) изд-е, М.—Л., Грозный—Новосибирск, Горгеонефтеиздат, 1934.

第 一 章

物質分散性和胶体状态的一般知識

分散体系的概念

分散体系照字面来講就是被分散成粉末和微細粒子的体系。借助于将物質搗碎的方法就能制得大小不等的粒子,或者說各种分散程度的粒子。分散程度越高,物質的比面(即单位体积物質的表面积)就越大。例如,取每边为 1 厘米的立方体(体积等于 1 立方厘米)来說,其表面积等于 6 平方厘米。若将这个立方体分成 8 等分,那末其总体积仍为 1 立方厘米,但这八个小立方体的表面积已經是 12 平方厘米了(图 1)。

表 1 中列出了一些数据,說明了 1 立方厘米物質的总面积和比面对于其分散程度的依存关系。应当指出,在分子級大小的范围内表面积进一步的增大就看不到了,因为在这种情况下物理的分割表面,一般是不再出現的。

在分散体系中可区分出分散相¹⁾和分散介質。

分散相相当于溶質。分散相的微粒就好象是被溶解在分散介質中一样。

分散介質相当于溶媒,而把成微粒状态的分散相包围起来。

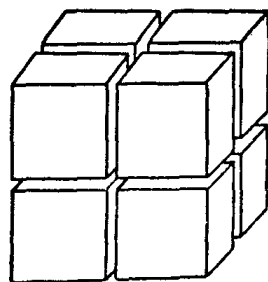


图 1 組成大立方体(每边 1 厘米)的八个小立方体;每一小立方体的表面积为 1.5 平方厘米(0.25 平方厘米 $\times$ 6);八个小立方体的总面积为 12 平方厘米(1.5 平方厘米 $\times$ 8)

分散体系的分类

I. 粗分散体系 分散相粒子的大小超过 100 毫微米;这种粒子在普通显微鏡中能看得見。这种粒子一般的名称叫做微子(микроны)²⁾。

II. 胶体分散体系(分散胶体) 分散相的粒子从 100 毫微米到 1 毫微米;用普通显微鏡不能將它們認出。这种粒子一般的名称叫做超微子。用超显微鏡能認出的超微子叫次微子;其直径从 100 毫微米到 5 毫微米。直径小于 5 毫微米的超微子称为絕

1) 相——是体系的均匀的組成部分,它以分界面跟別的体系分离开来;相可以用机械方法从体系中分离出来。

2) 不应当与微米(микрон)这个具有另一意义的名詞混淆起来,微米指的是 0.001 毫米的長度。

表 1

立方体的边长	立方体的总数	全部立方体的总表面积	比 面
1 厘米	1	6 平方厘米	6 厘米 ⁻¹
1 毫米	10 ³	60 平方厘米	6 × 10 ³ 厘米 ⁻¹
0.1 毫米	10 ⁶	600 平方厘米	6 × 10 ⁶ 厘米 ⁻¹
0.01 毫米	10 ⁹	6000 平方厘米	6 × 10 ⁹ 厘米 ⁻¹
1 微米	10 ¹²	6 平方米	6 × 10 ¹² 厘米 ⁻¹
0.1 微米	10 ¹⁵	60 平方米	6 × 10 ¹⁵ 厘米 ⁻¹
0.01 微米	10 ¹⁸	600 平方米	6 × 10 ¹⁸ 厘米 ⁻¹
1 毫微米	10 ²¹	6000 平方米*	6 × 10 ²¹ 厘米 ⁻¹

說明：1 微米 = 0.001 毫米，1 毫微米 = 0.001 微米 = 0.000001 毫米 = 10⁻⁶ Å。

* 6000 平方米 = 0.6 公頃。

微子；个别情况下超微子甚至用超显微鏡也不能認出。有一些研究者把 500 毫微米認為是胶体粒子大小的上限。

III. 分子分散体系和离子分散体系 这种体系的分散相粒子通常 < 1 毫微米。各种物質的原子的大小可从 0.1 到 0.6 毫微米，分子的大小可从 0.2 到 5 毫微米，少数情况可較大一些。有一些有机化合物的粒子具有較大的直径。例如，血紅朊分子的直径等于 6—7 毫微米；血青朊的直径为 24—29 毫微米。淀粉、纖維素、生树胶、干酪素和許多人造顏料（如靛青、刚果紅等等）按它們的分子大小來說也属于胶体范围内的物質。这些化合物的分子溶液都是胶体分散体系。

下面所列的表 2 引出了粗分散体系、胶体分散体系、分子分散体系和离子分散体系中各种不同的分散相和分散介質組合的概念。

胶 体 分 散 体 系

在胶体化学发展的初期，大家認為能产生胶体溶液的仅是某些特定的物質；它們是与晶体（这类不能产生胶体溶液的物質）相对立的。后来的科学工作証明，这种概念是不正确的。根据 П. П. 維馬恩（1906）的意見，“胶体状态乃是一种普通的物态”，这就是說，在任何情况中的一切物質均可能产生胶体溶液。

大家都知道，含水甲苯冷凝时或水流入液体空气中时均能产生冰的胶体溶液。氯化鈉，这种标准的“晶体”也可形成胶体溶液和軟胶。

現代的胶体化学无可置辯地証明了，粗分散体系、胶体分散体系、分子分散体系和离子分散体系之間是沒有显著界限的。相反的，無論从粗的机械分散体过渡到胶体，或是从胶体过渡到分子溶液和离子溶液均是連續的，因此分散体系的划分是有条件的，而且在許多情况下一般是不可能的。这种情况就不得不引导出半胶体的概念，

这种半胶体是一种在溶液中同时具有分子性质和胶体粒子性质的物质。

具有各种大小粒子的胶体溶液称为多分散胶体或多分散胶体体系。粒子互相間沒有大小差别的胶体溶液称为单分散胶体体系。所謂等胶体乃是其分散介质和分散相具有同样化学组成的胶体溶液。

表 2

分散介质与分散相的組合		粗 分 散 体 系	胶体分散体系	分子分散体系和离子分散体系
分散介质	分散相			
液 体	气 体	液体中的小气泡		气体溶在液体中的溶液 (O ₂ 、CO ₂ 等的天然溶液)
固态物质	气 体	在矿物和岩石(例如浮石、多孔状砂岩)中的气体包体	在矿物的(海泡石、蛋白石等)最細孔隙中的气体包体	矿物中吸附的气体
气 体	气 体	无	无	含有 HCl、H ₂ O、CO ₂ 等的火山气体析出物
固态物质	液 体	乳石英中的液体包体; 砂岩类岩石中的水	氧化矽凝胶空隙中的水	—
气 体	液 体	雾	大气中最小的水滴	—
液 体	液 体	一般的名称为乳浊液 (例如: 含有熔离出来的硫化物小滴的天然熔体)	一般的名称为乳胶 (例如: 水中的最細的石油小滴)	硫酸溶在水中的天然溶液等
液 体	固态物质	一般的名称为悬浮体 (例如: 带有悬浮小晶体的岩浆)	一般的名称为悬胶 (例如: 天然的水胶体溶液)	—
固态物质	固态物质	例如: 鉀盐和光鹵石中的赤鉄矿 (紅色和蔷薇色的异种)	例如: 石盐中的金属鈉	—
气 体	固态物质	例如: 宇宙尘、火山尘(火山云等)	火山烟及其它物質的烟	—

胶体溶液的性质

1. 胶体不能穿过动物膜, 即不会受到渗析¹⁾。这說明与离子和分子的大小比較起来胶体粒子特別大。胶体粒子的大小可以从其分子量推断出来。例如, 胶状氧化矽(溶液中的)的分子量超过 50000, 而 SiO₂ 的分子量为 60.06。因此在氧化矽的胶体粒子中包含有数百个 SiO₂ 分子。

2. 胶体所显示出的扩散現象較分子溶液所显示者微弱得多。这也可解释为胶体

1) 进行渗析是为了清除真溶解物质中的胶体溶液。进行渗析时所用的仪器叫做渗析器。最簡單的渗析器可用一个盛着蒸餾水的小碗, 碗中浸入一个装满胶体溶液的圓筒, 圓筒有一个已用膜紧蒙住的小孔。用来进行渗析的膜可以用猪的膀胱、魚的气泡、腸皮、羊皮紙、用火胶制的薄膜等。

粒子的顆粒特別大,因而使得它的活動性較小。

3. 膠體溶液能顯示出丁達爾現象;這種現象是這樣:如我們對那種從側面照射時其外表顯得透明的溶液進行觀察,則可在暗色底子上,見到明亮的光綫。丁達爾現象說明了光綫在溶液中遇到了分散粒子,而這種分散粒子的折射率與分散介質的不相同;由於這個緣故產生了光綫被膠體粒子散射的現象。粗分散粒子在類似情況下,則引起光的反射(例如:當太陽光綫通過暗室時塵埃粒子發光的現象)。

丁達爾現象可以用來把分子(離子)體系跟粗分散體系和膠體體系區別開來。分子分散(和離子分散)溶液的粒子十分微細,因此,如果採用白光照射並在白光中來觀察它們時,它們裡面不可能有反射和散射現象。紫外綫可使分子(離子)溶液發生類似的丁達爾現象,這可用照象方法檢証出來。不顯示丁達爾現象的體系稱為“光學空虛的體系”。

所謂超顯微鏡及其它用來研究膠體體系的儀器的機構都是以丁達爾現象的原理作為基礎的。在超顯微鏡下觀察時能見到的不是膠體粒子本身,而是一些由於衍射現象所發生的光亮点子(圖2)。利用超顯微鏡可以確定膠體粒子的大小和形狀。

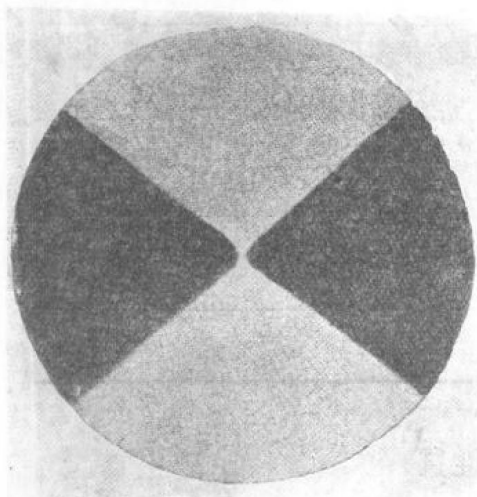


圖2 溶膠在超顯微鏡下的形態

如果讓膠體溶液在一個具有直角截面的細管內流過,那末,膠體粒子的形狀就可由膠體溶液中丁達爾光綫的亮度推斷出來。短柱狀和薄片狀的粒子隨光綫的方向的不同而改變亮度,球形粒子所具有的亮度則與光綫的方向無關。

4. 膠體粒子(超微子)與粗分散體系的粒子(微子)不同之點是,膠體粒子能通過孔徑約為5000毫微米的普通濾器。

要將膠體分散相從分散介質中分離出來需要使用所謂的超濾器。最簡單的超濾器是

一種以火膠浸透過的濾紙。

5. 與粗分散體系的粒子相反,膠體粒子較少受到重力的影響。在本身重量影響下,它能極緩慢地下沉到底部,終於在底部它的濃度比上面液層部分的濃度要大一些。

表3 [據 A. B. 杜曼斯基(Думанский), 1948] 列出一些用來互相比較的數據,這些數據表示出各種半徑的金屬粒子和礦物粒子在水中下沉時間的差異。

膠體粒子的下沉速度以及較大粒子的下沉速度均由斯托克斯定律決定,根據這個定律,粒子的下沉速度與粒子半徑的平方成正比。

表 3

粒 子 的 半 径		下沉 1 厘米深度的時間	
毫 微 米	微 米	金屬粒子(比重 10)	矿物粒子(比重 2.7)
10000	10	5.86 秒	31.03 秒
1000	1	9.8 分	51.7 分
100	0.1	16 小时	86.2 昼夜
10	0.01	68 昼夜	359 昼夜
1	0.001	19 年	100 年

当胶体溶液的溶媒蒸发时,胶体粒子在一定时刻内要完全降落下来,即令溶媒还有剩余,也是如此。

6. 液态和气态胶体溶液的胶体粒子处于不断运动(布朗运动)的状态中,这是由液体分子和气体分子的热运动引起的。在这种运动中,胶体粒子移动的路程是极端复杂的。

溶 胶 的 概 念

胶体溶液或者假溶液通常称为溶胶或分散胶体。按分散介质性质之不同,有所謂液溶胶(分散介质为任何一种液体)、气溶胶(分散介质为气体或气体混合物,如空气)、晶溶胶(分散介质为結晶物质)、玻璃溶胶(分散介质为任何一种玻璃质)、高温溶胶(分散介质为熔体)等等。具有固态分散介质的胶体溶液(晶溶胶、玻璃溶胶)統称为固态分散胶体。

研究得最多的是液溶胶;水溶胶是液溶胶的一种个别状态。以后我們將主要叙述水溶胶。只在低温下才稳定的胶体溶液称为低温溶胶(苯中的冰可作为例子)。

自熔体中产生的胶体体系,若其分散介质为固态物质、分散相为固态或液态粒子,則称为火雾石(пиронефелит)。

許多特殊类型的胶体溶液仅是在临界区域内才具有胶体性质的溶液。形成这种溶液的物質在低温时仅部分被溶解,而在較高温度时就完全混合起来(例如:酚和水)。若将这种混合物加热到临界温度,就会出现胶体級大小的小滴;如这种混合物的温度高于临界温度,那末当这种混合物冷却时,这样的小滴也会产生。在临界区域内溶液中产生的这种小滴状胶体粒子,济格蒙季(1933)称为胶滴(вациллон)。

胶体溶液的发生

形成胶体溶液的基本方法有两种:

1) 分散法——即将物质粉碎的方法;最简单的是用机械将物质磨碎直接得到胶

体溶液;用这种方法来产生胶体粒子在自然界中广泛地见到(矿物和岩石被流动着的水机械地磨损的过程)。

2) 凝聚法——即分子和离子以化学和物理的过程结合成超微子大小的方法。导致这种过程的反应是多种多样的。由这类反应所形成的物质只能成为胶体状态而被溶解,成分子状态则不溶解,最常见的反应有氧化、还原、水解和复分解。自然界中用这种方式来形成胶体粒子也是广泛的存在着。

根据 П. П. 維馬恩的学说,如在反应时形成了难溶的物质,那末这种物质的粒子大小与原来溶液中发生反应的化合物的浓度有关。发生反应的化合物的浓度较小时利于形成具有晶质胶体粒子的溶胶,浓度较大时则促使凝胶的形成。最利于形成

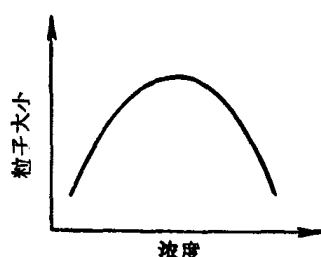


图3 起反应时所得到的粒子大小与反应物质浓度间的函数关系

晶质沉淀物的是中等浓度。根据 П. П. 維馬恩的意见,最粗大的粒子是在反应物质具有中等浓度的情况下发生的(图3)。

形成胶体粒子的能力与溶媒中物质的分子溶解度有关:物质的分子溶解度越小,就越容易得到胶体溶液。一些物质在 18° 纯水中的溶解度的数据列在表4中。

溶解度很小的硫化物容易形成胶体溶液。反之,

表 4

化 合 物	溶 解 度 克/升	化 合 物	溶 解 度 克/升
HgS	1.5×10^{-24}	BaSO ₄	2.5×10^{-3}
Ag ₂ S	7.3×10^{-15}	AgCl	1.5×10^{-3}
CdS	8.6×10^{-18}	Fe(OH) ₂	1.4×10^{-3}
CuS	8.8×10^{-12}	PbCO ₃	1.1×10^{-3}
PbS	4.9×10^{-12}	Ag ₂ O	2.1×10^{-2}
NiS	7.0×10^{-11}	CaF ₂	1.6×10^{-2}
ZnS	3.3×10^{-10}	CaCO ₃	1.3×10^{-2}
Fe(OH) ₃	4.8×10^{-8}	BaCO ₃	1.3×10^{-2}
FeS	3.4×10^{-8}	Mg(OH) ₂	1.2×10^{-2}
MnS	3.3×10^{-6}	SrCO ₃	1.0×10^{-2}
AgI	3.0×10^{-6}	MgCO ₃	4.3×10^{-1}
Zn(OH) ₂	6.1×10^{-5}	Cu ₂ Cl ₂	1.2×10^{-1}
Ni(OH) ₂	5.6×10^{-5}	SrSO ₄	1.1×10^{-1}
CO(OH) ₂	5.5×10^{-5}	Ca(IO ₃) ₂	2.1
Hg ₂ Cl ₂	3.8×10^{-4}	CaSO ₄	2.0
Pb ₃ (PO ₄) ₂	1.4×10^{-4}	PbCl ₂	1.1
AgBr	1.1×10^{-4}		

对碳酸盐 (PbCO_3 、 CaCO_3 、 BaCO_3 、 MgCO_3) 来说则得到在水中不易稳定的溶胶。甚至硫酸钡这种物质, 虽然它在纯水中的溶解度实际上微不足道, 但毕竟还是极易溶解, 以致不能形成稳定的胶体溶液。必须考虑到, 由于所与的物质在各种溶媒中的溶解度不一样, 因此, 生成胶体溶液的能力就要视溶媒的性质而定了。

从上面所引的数据不应当得出这样的结论: 不能生成胶体溶液的物质, 就不可能形成胶态沉淀物; 特别是成离子状态溶解的物质, 当它们形成沉淀物的速度超过形成粗分散品质粒子或晶体的速度时, 由于它们之间的复分解作用, 就可能得到胶态沉淀物。

与物质化学式所具有的化学数量关系相应的分散粒子的大小, 对各种结晶物质来说均不一样。为要阐明这点, 在表 5 中引出了一些具有 NaCl 型和 CaF_2 型结构的晶体之数据, 这些数据所表明的是阴离子和阳离子之比跟晶胞大小间的关系。

表 5
 NaCl 型

单位晶胞数	Cl 离子数	Na 离子数	$\frac{\text{Cl 离子数}}{\text{Na 离子数}}$	晶胞棱边的长度, 毫微米
1	14	13	1.0760	0.663
5^3	666	665	1.0014	2.815
10^3	4631	4630	1.0002	5.630
20^3	34461	34460	1.0000	11.260
∞	∞	∞	—	—

CaF_2 型

单位晶胞数	F 离子数	Ca 离子数	$\frac{\text{F 离子数}}{\text{Ca 离子数}}$	晶胞棱边的长度, 毫微米
1	14	8	1.749	0.62
2^3	63	64	0.984	1.24
5^3	663	1000	0.666	3.10
10^3	4631	8000	0.578	6.20
100^3	4060301	8000000	0.507	62
500^3	501501501	1000000000	0.501	310
1000^3	4006003001	8000000000	0.5007	620
∞	∞	∞	0.5000	—

胶体粒子的电荷

溶液中的胶体粒子(超微子)都带有电荷, 其符号对各种物质均不相同, 但对于在