

物理化学分析

П.С. 巴格也夫良斯基 著

化学工业出版社

物理化学分析

И.С. 巴格也夫良斯基 著

王立惠 译
曾淑兰

化学工业出版社

DS88/1807
本书为苏联专家И.С. 巴格也夫良斯基在上海复旦大学化学系授课时的讲稿，由王立惠、曾淑兰二同志合译而成。其中系统而重点的对物理化学分析作了较详尽地介绍，内容主要包括有单组份体系、二组份体系、三元体系及四元体系，并对二组份体系及三元体系作了详细地讲述。

本书可供大专学校化学系及化工系作为教本之用，也可供上述专业师生的参考之用。

物理化学分析

王立惠 曾淑兰 译

化学工业出版社出版 北京安定门外和平北路

北京市书刊出版业营业许可证出字第092号

化学工业出版社印刷厂印刷 新华书店发行

开本：850×1168 毫米 $1/32$ 1960年3月第1版

印张：8 $22/32$

1960年3月第1版第1次印刷

字数：240千字

印数：1—12,500

定价：(10) 1.35元

书号：15063·0610

目 录

序言	(2)
第一章 序論	(4)
第二章 物理化学分析发展簡史	(15)
第三章 相律	(23)
第四章 单組份体系	(31)
第五章 二組份体系一般介紹	(43)
第六章 二組份体系的研究方法	(51)
第七章 生成二元低共熔物的二組份体系	(64)
第八章 生成固溶体的二組份体系	(75)
第九章 在固态有限互溶的二組份体系	(90)
第十章 生成化合物和固溶体的二元体系	(106)
第十一章 液态中組份有限互溶的二元体系	(124)
第十二章 在固态有变化发生的二元体系	(135)
第十三章 二元水—盐体系	(146)
第十四章 三元体系一般介紹	(159)
第十五章 組份在液态及固态无限互溶的三元体系	(171)
第十六章 有三元低共熔物生成的三元体系	(179)
第十七章 生成化合物的三元体系	(189)
第十八章 在固态組份有限互溶的三元体系	(200)
第十九章 三元水—盐体系的溶解度图	(212)
第二十章 三元水—盐体系中的固溶体	(228)
第二十一章 三元交互体系	(237)
第二十二章 四元体系	(246)
第二十三章 由具有相同离子的三个盐和水所构成的四元体系 ..	(256)
第二十四章 四元交互体系	(265)

序 言

四十多年前从普通化学中分出了一門独立的科学，根据俄罗斯科学家尼·謝·庫爾納柯夫 (H. C. Курнаков) 的建議，把这个独立的科学部門称为物理化学分析。

这个新的化学領域的典型特点，是用几何方法来研究平衡体系中的組成和性質間的关系。

几何和化学的結合用来研究金属、盐类、硅酸盐、有机及其他一些体系中各种各样的，有时是复杂的轉化是极有成果的。

但是需要指出，物理化学分析的任务，并不限于用实验方法找出体系性質与其組成（或其他平衡因素）間的关系。物理化学分析的最終目的，在于确定体系的組份相互作用时构成的相的数目，化学本质及其存在的界限。这一类的研究工作对于我們了解自然过程和生产过程，都有很大的意义。

物理化学分析的产生和发展，都直接和生产的要求相关联。目前可以認為，在一些国民經济部門中，如：冶金、水泥生产、自然盐产地的研究以及基本化学工业等，沒有物理化学分析的話，是不能有成效地发展的。物理化学分析对于理論化学的意义也是很大的。

以社会主义成分为基础的中国国民經济的蓬勃发展，要求很多能掌握这門比較年輕的化学学科的化学家和工程师，目前在中国許多高等学校里也的确是在培养这样的干部。因此，不言而喻，对物理化学分析的文献就产生了一定的要求，希望能滿足各方面的需要。

向讀者所介紹的物理化学分析教程是在上海复旦大学为年青的科学工作者——化学家講的，从講課的內容和特点来看，最低限度下面两个基本任务是完成了。作者尽量用简单的形式叙述自己所知的庫爾納柯夫的所有学說和他的物理化学分析学派，并根据苏联在这个領域內所积累的經驗，对应用这門化学学科来研究最典型的金属和盐类体系进行了討論。本教程对物理化学分析的各个理論和实际問題进行了較詳細和个別的研究，故可以把它看作是一本

概論。

假如說这份材料对培养物理化学分析方面的干部有所帮助的話，那么作者将認為是达到了自己的目的。

听課的同志們帮助准备了本书內所述的很多材料。他們专心和积极領会內容，对講課中所述問題的专一和热烈的兴趣鼓励了我要尽全力做好一切，以便更好地完成所提出的任务。借此机会向我过去听課的同志們致以亲切的問候，并祝工作顺利。

向吳征鎧和严志弦教授致謝，感謝他們为我在化学系創設了最好的工作条件。

衷心地感謝我的年青朋友——翻譯和化学家曾淑兰和王立惠，感謝他們翻譯这份材料并准备其付印。

巴·謝·巴格也夫良斯基(签名)

第一章 序 論

物理化学分析是普通化学中的一个部門。物理化学分析作为化学中的一个独立部門而建立是比較晚的。这里須要指出一点就足够了，那就是“物理化学分析”这个名称本身也只是在1913年才由俄罗斯科学家H.C.庫尔納柯夫（Курнаков）提出的。在研究这門比較年輕的化学部門时，我們首先須要建立关于物理化学分析的对象和方法的概念。

很显然，作为化学中一个部門的物理化学分析它的任务是研究物质及其轉化。对物质及其轉化的研究不論是在过去或是现在都是在应用了各种理論概念和各种不同研究方法的基础上进行的。可以这样說，每門化学学科和每个化学部門在研究物质和他的轉化时都有自己的独特供獻。而物理化学分析的供獻，則在于它把新的概念和認識化学平衡体系中物质轉化的新方法介紹到关于物质及其轉化的科学——化学中来。

为了树立关于物理化学分析的对象和方法的正确概念，必須指出，化学在自己发展的所有阶段上曾經是而且在今后仍然是把研究和确定物质的組成作为自己的直接任务。从很古的时候起直到十八世紀中叶为止，化学主要是从質的方面来研究物质的轉化，只是在这个个别和偶然的情况下才从量的方面来进行研究。1948年当M.B.罗蒙諾索夫、提出了物质不灭定律并且利用这个定律以重量法研究了氧化现象之后(1756年)，化学才开始进入了我們近代的定量研究时期。罗蒙諾索夫、拉瓦錫、道尔頓首先以自己在測定作为化学作用特征的定量关系上的研究工作，給近代的化学打下了基础，同时对复杂物质的定量組成也很重視。

对于化学上复杂物质的定量組成的准确了解迅速的导致了化学化合定律的发现，在化学反应时服从于它的物质的重量关系。即定組成定律（Proust 1802年），倍比定律（Дольтон 1803年）和当量定律（Pustep 1797年）。描述化学作用定量关系的定律的发现使得化学个体的概念在化学中得以确立。无疑地，这个概念在很早就

已經有了。在长达数世紀的時間內曾制得无数的化学个体，并根据其性質而加以描述。有一点是必須要指出的，那就是从远古时代起，人們已經認為化学个体物質具有一定的物理特性是毫無疑問的事实。到了第十八世紀，化学个体的物理性質(比重、熔点、沸点)的恒定已成為普遍公認的事实了。

1787年拉瓦錫將化学个体分为簡單的，也就是由一个元素組成之物質；和复杂的，也就是由两个或两个以上的元素所构成的物質。他用了“化合物”这个名称来叫复杂的化学个体。

十八世紀末，不論是拉瓦錫本人或是与他同时代的学者都已承認了化合物的定量組成恒定，也就是說承認了复杂物質的組成恒定这一概念。

为了进一步討論物理化学分析的方法和对象，讓我們来看看上一世紀初，在法国化学家柏托雷和普勞斯两人之間发生的一次很著名的爭論是很重要的。在这次爭論中对物質的化合提出了两种不同的观点，那就是物質在化合时是以与其性質有关的某一确定量的比例进行結合，抑是仅依賴于参与反应物質的量而改变的、不确定的比例进行結合。

柏托雷認為化合物的組成是随进行反应的条件而变动的。由两个元素可以生成一系列趋漸改变組成的化合物。柏托雷把溶液、熔合体、玻璃体、某些氧化物和盐归于这类化合物。但是他并未否定化合物可以有一定的組成，而認為这只是个别例外，并非正常的現象。必須指出，只是从柏托雷起，把化学反应看作是遵从連續原理的平衡和可逆过程的概念才开始萌芽。

大家都知道，在这次爭論中普勞斯是胜利者。他用实验証明了柏托雷所認為的組份比例不断改变的化合物，实际上都是混合物，而不是化学个体物質。至于談到柏托雷所認為的变組成的化合物如：玻璃体，熔合体和溶液，也正因为有这种特征，普勞斯才不把它們算作化合物。这样，普勞斯第一次对化合物和溶液进行了区分。虽然化合物和溶液都是均匀的，但是化合物的組成是一定的，当由一个化合物变到另一化合物时其組成发生跳跃的改变，而溶液則可以連續地改变其組成，且不破坏其均匀性。

定組成定律給化學家們所研究的對象帶來了一定的限制，使化學研究的基本對象局限於具有一定組成和性質的化學個體範圍內。變組成和變動性質的物質——溶液，熔合物以及其他等等，都是不包括在定比、倍比定律範圍內的物質，加之當時的化學既沒有理論基礎，也沒有實驗方法可以對它們加以研究，因而就使它們長期以來停留於化學探討的範圍以外。但在第十九世紀的前五十年，這種限制對化學的發展來講是有利的。

到上一世紀末葉，化學已成為一門獨立的化學個體物質的科學了。製備法在過去是化學唯一的基本研究方法，因為當我們在確定組份和研究化學個體的性質時，首先必須把它們析出為純態。製備法在發展化學上過去曾經具有重大的意義，在今天仍然具有重大的意義，特別是在有機化學方面更是如此。然而在無機化學領域內化學製備法老早就已開始遭遇到了重重的實際困難。在一開始用化學製備法來研究溶液、熔合物、玻璃體和礦渣時，也就是在研究與工業和科學有很大關係的問題上，就發現了這一方法的局限性。上一世紀的化學家們其中特別是Д.И. 門捷列夫遵循柏托雷稱這些物質為不確定組成的化合物。用製備法來研究這些問題常常不能得到正確的結果。例如，要完全分離兩個生成合金的固態物體，這只有當我們能找到一種試劑，它只能溶解固態物體中的一個，而對另一個完全不作用時這種分離才有可能。而這種試劑一般說來是很少有的。

物理化學分析是在吉普斯、范特荷夫、羅賽布姆等人所研究的化學平衡理論基礎上發展起來的。這個理論可以把兩個或數個互相接觸的化學個體在相互作用時的特性作為最普遍的問題來考慮。我們稱這些個體為組份，而能夠相互作用的物體之總合稱為體系。由各個表面區分開來的體系的均勻部分，或者能用機械方法使它們彼此分離的各均勻部分我們稱其為相。上述定義在以後還要再行詳述。現在為了簡單起見我們只對二組份體系進行討論，這兩個組份我們各標以A和B。

由純組份A到純組分B，如A和B以各種不同的比例相混合起來，由於組份的化學性質和作用的條件（例如，溫度、壓力）等等因

素不同可以得到組份 A 和 B 的不均勻的或機械的混合物，均勻的混合物或稱溶液以及新的化學個體，即有一定組成和特征性質的均勻物質。當體系中形成機械的混合物時我們稱這體系為多相體系，也就是說在我們所舉的這個例子中，它們將是由兩相所組成的。而溶液和化合物總是均勻的，故稱這種體系為單相體系，即由一相所組成的體系。凡組成能夠改變（無限地或有限地）而不破壞其均勻性的單相體系稱為溶液。因此，溶液是一種變組成的相，它可能是液態，也可能是固態和氣態。化合物與溶液相似，也是單相體系，然而它的組成和性質是一定的。由所引述的例子可以知道，在化學平衡體系中，在一定的條件下按其性質和組成可以構成各種不同的相。要想用製備法來揭示相的組成和性質，必須把體系中所構成的相彼此加以分離和對它們進行分析。上面我們已經指出過，這並不是經常可以做到的。因此就有必要找出一種能夠確定體系中相的組成和本質的較普遍的方法而不必對它們進行分離和化學分析。物理化學分析正好完成了這一任務。

物理化學的實質究竟是什麼？作為化學研究方法之一的物理化學分析法它所依據的前題又是什麼？

用物理化學分析對體系組份相互作用特點的研究，是基於對化學平衡體系的物理性質與決定體系平衡狀態的因素之間的函數關係的研究上。屬於體系物理性質的是比重、電導率、粘度及其他等等，而在平衡因素中可以考慮的只是組分 X 、溫度 T 和壓力 P 等。應該把體系物理性質和平衡因素間函數關係的建立，看作為物理化學分析的基本特徵。

在由兩組份構成的體系上我們將可以較詳細地体会到這點。為了方便起見，我們把壓力和溫度固定不變。選定體系的比重作為物理性質，再來測定與組成有關的，由組份 A 和 B 組成的體系的比重大小。為此我們一定要製備一系列含有兩個組份且由 A 到 B 趨漸改變其組成的混合物。得到了純組份和所有混合物的比重後，我們即可得到一系列表示體系的比重隨其組成而改變的實驗數據，就可以得到某一個經驗函數：

$$f(x, \epsilon) = 0$$

由实验得出描述体系性质与组成依赖关系的数据，然后再进行作图处理。在二元体系中，以横坐标表组成（以组份之一的含量百分数来表之，或用其它的方法），以纵坐标表由实验所得出的性质的数值，这样我们就可以得到一张一目了然的在体系自变量（组成）改变时函数（性质）随之改变的几何图。

这种图我们叫它为组成——性质图。

现在再回过来讨论我们的例子。假设，组份A和B是无限互溶的，且彼此不生成定组成的化合物。在常温常压下相混合时就成溶液，也就是变组成的单相体系。比重与体系组成关系（如图1所示）

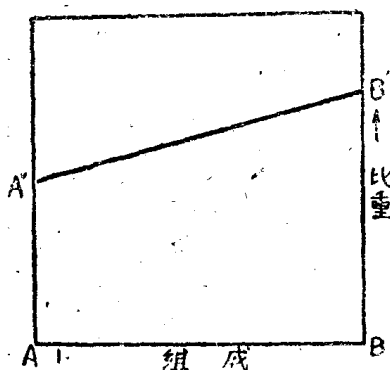


图1 组成——比重图

可以用一定的几何图形来表示。这种关系是用连接相当于两纯组份的比重值的直线表示的。

当然，我们所举的例子是极其简单的。实际上，平衡体系某些物理特性对其组成的关系要比较复杂一些，因为无论是一组份体系，二组份，三组份或多组份体系都可以是物化分析的对象。因此这种关系的图解表示也要复杂得多。

可以根据任何一种平衡因素对体系的性质进行研究，按柏托雷的意见，在这些平衡因素中也包括了组份。因此，一般我们不谈组成——性质图，而说是平衡因素——性质图，或叫做化学图。

总结以上所述，可以指出：（1）化学平衡体系是物理化学分析研究的对象。（2）确定由于平衡因素的改变而引起的体系的物理性质的改变是物理化学分析的实验基础。显而易见，物理化学分析的实验基础和制备法的实验基础相较是要宽广得多。

但作为一个研究物质转变的方法来说上面所列举的关于物理化学分析的特点并不是完整无缺的。用实验确定体系的性质与组分间的依赖关系也是很重要的一个问题，然而这并不是物理化学的唯一任务。它最主要的目的是测定体系组份相互作用时所构成的相的数目、化学性质和其界线。因此，物理化学分析给自己提出这样一个

任务，即在研究体系中进行质变的同时，也对取决于组成量变的体系之物理性质的量变进行研究，（也可以是取决于其他平衡因素的物理性质的量变）。这是物理化学分析主要的和确定不移的目的。自然，又发生了这样的问题，就是性质由量变过渡到在体系中由于定量组成（或是其他的平衡因素）改变而发生的质变怎样才能体现出来呢？这种过渡是借助于化学图解的几何分析而完成的。在往后讲述物理化学分析这门课程中将可看到，几何与物理方法的结合是物理化学分析的基础。这种结合在很大程度上扩大了我们在认识化学平衡体系中物质的各种各样的有时甚至是很复杂的转化之可能性。现在我们只谈用几何法来解决化学问题的最一般的概念。

正如世界上第一个对化学图的几何学进行系统研究的库尔纳柯夫所指出的，几何分析是依据以下两个普遍的原理而建立的：（1）连续原理和（2）相应原理。这两个原理可以简述如下：连续原理，当连续改变体系的组成时（或是其它的平衡因素）它的性质也随着连续的改变；这种相互关系用曲线来表示同样也应是连续的。而相应原理，即在状态图中一定的几何图形与体系中的每一化学个体或变组成的相对应。

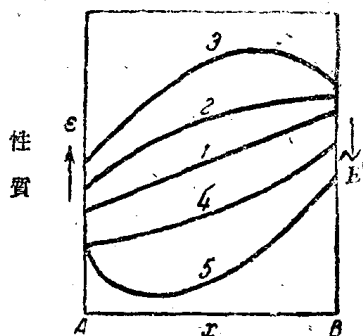
为了说明几何法和他的原理，在这几我们用了几张化学图。假使组份A和B是无限互溶的且生成定组成的化合物，那么当由组份A到组份B连续改变其组成时，体系的性质（在恒温恒压下）也连续的改变。这种情况在组成——性质图上以直线和光滑曲线2、3、4、5表示之（见图2）。每一几何线段都与一个相同的相——溶液（液体的或固体的）相对应。

另外，还有几种其他形式的图，如图3。在这图上表示了开始结晶的温度与体系组成的函数关系。当把一组份加入到另一组份去，由于体系物理性质的改变，而使得体系中组份A和B的开始结晶温度也改变了。让我们研究一下说明上一关系的两种情况。

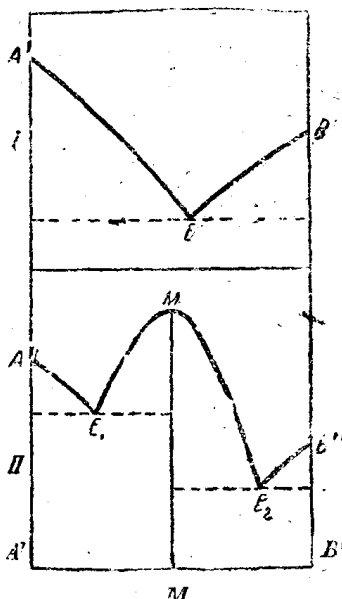
假使组份A和B在液态无限互溶，且能由液相析出纯晶体，亦即在此时既不生成化合物也不构成固溶体，则作为组成函数的开始结晶温度图〔见图3(I)〕是由两根下降的连续曲线A'E和B'E所构成，这两种曲线由组份A和B的结晶温度开始，而后相交于最低共熔点

E 。在图上的每根几何綫段都与由液态析出每一固相相当：曲綫 $A'E$ 与組份 A 的結晶相对应，曲綫 $B'E$ 与組份 B 的結晶相对应。

假使組份 A 和 B 相混后生成了化合物 M ，且由溶液析出純晶体，那么組成組份 A 、化合物 M 和組份 B 的三个固相，在开始結晶的溫度图上与三条



組成
图 2



0%B 組成 100%B
图 3

曲綫 $A'E_1$ 、 E_1ME_2 和 $B'E_2$ 相当，这些曲綫相交于 E_1 点和 E_2 点。这是一张較复杂的图，以后我們将要對它們反复的詳細的进行研究。

此地須着重指出的是：定組成化合物能形成是用化学图上的特殊的特征来表示的。

由上述的簡單例子完全可以得出一个正确的結論，就是在体系中所进行的全部轉化可以由构成化学图的几何元素——点、綫和面的总和完整无遺的反映出来。从另一方面来看，在图中我們可以根据几何图形的变化来判断体系中由于改变平衡因素而出现或消失掉的相的数目、化学性質和其界綫。庫尔納柯夫非常肯定的給物理化学分析下了如下的定义，物理化学分析是“研究化学变化的几何方法”。

我們研究了物理化学分析法的特点后，就很容易看出，这个研究法和制备法相比較是有着很多优点的。首先的一个优点是，物理

化学分析所研究的不是个别的化学个体，而是相，这些相可能是純的化学个体（定組成的相），和溶液（組成变动的相），而且在研究时不須将这些相进行分离。所有这一切不仅是具有科学上的价值，而且有着很重要的实际意义。因为在实际的生产活动中遇到变組成的相及其混合物的情况要比純化学个体多。下面还必须指出，物理化学分析是依平衡条件的改变来确定相的生成和消失的，也就是对化学变化辯証地进行研究。最后还有一点是要強調指出的，那就是由于物理化学分析的普遍性，我們可以将其应用于任何組份所构成的体系，不管組份是无机个体或是有机个体。

假如認為物理化学分析法否定和排除了制备法的話，那是不对的。由于物理化学分析包括的方面比制备法要广一些的缘故，所以只能这样說：物理化学分析法的范围是要广一些而制备法的应用范围比較狹窄一些。結論只能这样下。

在指出物理化学分析优点的同时，也須要指出它的某些局限性。化学图形的几何分析法只能判断在該体系中发生了怎样的变化，但是不能回答它們是怎样发生的，和为什么会发生的这样一个問題。毫無疑問，在物理化学分析发展的现阶段上，須要把它研究的結果和統計物理及波动力学研究所得到的結論連系起来，然而在这这方面的工作只刚刚开始。最后再来較詳細地研究一下在物理化学分析中所要研究的一些物理性質，目前在物理化学分析中用来进行測定的物理性質約达三十种。苏联学者阿納索夫（Аносов）和巴果金（Погодин）对这些性質进行了分类。

现把这些分类列举于下：

I. 热学性質

1. 熔度和溶解度
2. 生成热
3. 热容
4. 导热性
5. 热力学势

I. 电学性質

6. 电阻及其溫度系数

- 7. 电动势
- 8. 热电势
- 9. 介电常数
- III. 光学性质
 - 10. 折光率
 - 11. 旋光度
 - 12. 光的双折射
 - 13. 吸收光谱
- IV. 容量性质
 - 14. 比重和比容
 - 15. 容积压缩
 - 16. 热膨胀系数
- V. 基于分子内聚力的一些性质
 - 17. 内摩擦(粘度)
 - 18. 硬度
 - 19. 压延压力
 - 20. 弹性变形系数(伸长、压缩等)
 - 21. 表面张力
- VI. 磁学性质
 - 22. 磁导率和磁化率
 - 23. 磁性旋光
- VII. 气体压力
 - 24. 气体和蒸汽的恒温线
 - 25. 沸腾的恒压线

进行以上分类的作者本人也认为这是不完全的，同时也指出在物理化学分析法中结构法有着很大的意义。在结构法中具有重要意义的首先是在显微镜下研究体系结构的微结构法。这个方法能辨别在所要研究的体系中的相。近几年来，X射线法是愈来愈多的用于物理化学分析，通过它可以确定在体系中所构成的固相结构。动力学方法，也就是基于对物质转变速度进行测定的方法，也获得了一定的意义。

在进行物理化学分析时，既然要对所要测定的物理性质进行一般地研究，那么就发生了这样一个问题，即究竟在那些性质上能最明显地反映出体系组成的改变？因此，就必须讨论某种性质对组成改变(或其它平衡因素)的灵敏度问题。显然用不着解释就能了解这个问题在物理化学分析的实践中是个很现实的问题。体系组成的改变和各组份相互作用的特点的改变，要想在每个性质上(甚至对这个性质可以测定的很准确)完全一样明显地反映出来，这是不可能的事。

不过测定方法的准确性和性质的灵敏度也要加以严格的区别。例如：测定液体的比重可以测得很准确；然而在生成化合物时比重的改变是这样的小，以至看不出它的改变。在测定内摩擦时，它的相对误差是比测定比重的误差来得大，而在液体中生成化合物时，粘度常常要增加几十倍或几百倍，而在这时比重的增加却是不显著的。从这个比较就可看得很清楚，即使比重的测定较粘度的测定要准确得多，然而粘度显而易见的是要较比重灵敏得多。同时也应该注意到，并不是所有的性质都能同样的用在物理化学分析的实践中，也不是所有这些性质都是同样的重要。因此，在物理化学分析中，我们常常要对体系的性质加以讨论。

在热学性质中最重要的是熔度和溶解度。一般总是用热分析法来对熔度，即熔融温度和凝结温度进行研究。热分析法是个最常用的方法，因为它能很快地和很方便地(虽然不是经常如此)得出体系组份相互作用的状态图。溶解度的研究按其重要性，仅次于热分析法。其它热力学性质的测定虽然也有它一定的用处，但对我們所讨论的问题来说暂时还是比较次要的。对熔度(溶解度)和微结构进行研究，是研究由液相和固相所构成的体系的基本方法。对未知体系的研究，也常以此法为开始。

电学性质中较常研究的是电阻和其温度系数。对这些性质进行测定，是研究合金的一个比较灵敏的方法。容量性质中一般的总是研究比重，然而这个方法在物理化学中应用是有限的。基于分子内聚力的一些性质按其灵敏度而占首要地位。在研究液态体系时用粘度，表面张力则用的比较少，而对固态体系则测定其硬度。对磁学

性質的研究在目前來說还是不够广泛的。蒸汽和气体的压力，通常只是在研究有气相参与的体系中才測定它們。

从上面所述可得出下一結論，选择那些性質来进行研究，一方面是决定于所研究体系的特点，另一方面是取决于該性質的灵敏度。

最后，还必须指出，体系的物理性質中的任何一個性質都不应孤立地进行研究的。只有在对性質全面研究的基础上，才能圓滿地做出关于体系組成相互作用特点的总结。对几个性質同时进行研究也是物理化学分析法最基本的特点。

上面我們不止一次地指出，在一定平衡条件下化学平衡体系中所进行的各种作用，可以用物理化学分析来对它們进行研究。显然，这种研究是有着科学的和实用的价值。研究金属的、盐的、硅酸盐的和有机物的体系，这对無論是在大自然中进行着的过程，或是对在我們今天于冶金、硅酸盐工业所进行的过程的了解都有着十分巨大的意义。在国民經济的很多部門中——冶金、水泥的生产，天然盐的加工，一直到很多基本工业生产过程合理的进行和利用自然財富上以及其他很多方面——若不用物理化学分析法，要想有成效地进行发展那是不可能的。

对理論化学来講，物理化学分析的意义也是很重大的。在对以前很少研究的不定組成化合物这方面进行研究的同时，物理化学分析也曾給予我們丰富的物理資料以解决一連串重要的理論化学問題。关于定組成和不定組成化合物的性質問題，关于化学个体的問題，关于物質轉变的連續性和不連續性等問題。

末了，我們还要提一下物理化学分析的参考文献。这类文献是很多的，它們分散在許多手册、杂志和专論中。下面我們只介紹几本頂重要的专論性的参考书。

1. Акад. Н. С. Курнаков, Введение в Физико-химический анализ
2. В. Я. Аносов и С. А. Поргодин, Основные начала Физико-химического анализа. (有中文本)
3. А. Фандлей, Правило фав и его применение.
4. Г. Тамман, Руководство по гетерогенным равновесиям.
5. В. Е. Грушевичкий, Физико-химический анализ в геологии.