

物质结构

上册

徐光宪编著

690

人民教育出版社

高等学校試用教科書



物 質 結 构

WUZHI JIEGOU

上 册

徐 光 亮 編 著

人 民 教 育 出 版 社

本书是编者根据他在 1959 年编写, 由高教出版社出版的“物质结构”一书, 对绪论、第一章、第二章改写而成的。原书为一册, 现分上、下册出版。上册包括有: 绪论, 量子力学基础和氢原子的状态函数, 原子的电子层结构和原子光谱, 电子衍射法和分子中原子的空间排布, 分子的电性和磁性, 化学键理论(双原子分子结构)等六章。下册共四章: 化学键理论(多原子分子结构), 分子间和分子内键与键间的作用力, 分子光谱(双原子分子光谱, 多原子分子光谱)。

本书可作为综合大学及高等师范学校化学各专业“物质结构”课程的教材。

本书原有附录——本书各章学习目的和要求——因分册的关系改排在上册前面。

物 质 结 构

上 册

徐 光 宪 编 著

北京市书刊出版业营业性许可出字第 2 号

人民教育出版社出版(北京景山东街)

人民教育印刷厂印装

新华书店北京发行所发行

各地新华书店经售

统一书号 K13010·961 开本 850×1168 $^{1/32}$ 印张 9 $^{11}/_{16}$ 插页 1
字数 244,000 印数 25,001—40,000 定价(5) 0.95
1959 年 12 月合订本第 1 版 (7,000 册)
1961 年 8 月第 1 版 1962 年 3 月北京第 3 次印刷

序 言

教育部曾委托吉林大学唐敖庆同志, 厦門大学卢嘉錫同志, 复旦大学吳征鎧同志和北京大学徐光宪同志根据 1956 年审定的綜合大学化学系的物質結構教学大綱編写教材, 并曾在 1957 年暑假完成了初稿的一半。当时合編的初稿內容要比教学大綱規定的分量多得多, 并且包括了結晶化学和量子力学, 实际上是参考书的性質, 字数估計将近百万, 但以后总抽不出一个共同的时間来完成初稿的另一半, 而各方面又等待着早日出版一本簡明教材, 因此以北京大学过去六年来所用的物質結構讲义为基础, 由徐光宪同志負責赵深同志协助, 进行整理修訂, 編成本书以供目前的需要。

在本书編成后, 唐敖庆同志曾在百忙中抽出时間审閱全稿, 提出了好些宝贵意見, 作者深表感謝。

本书匆促写成, 且限于作者的学識和水平, 书中一定有許多缺点、遺漏、甚至錯誤, 希望讀者随时指正。

編者

1959 年 6 月 1 日

上册目录

序言	viii
本书各章学习目的和要求	1
第一章 緒論	4
§ 1-1. 物質結構科學的內容、發展、目的和學習方法	4
1. 物質結構課程的內容	4
2. 物質結構科學的發展	4
3. 學習物質結構的目的	6
4. 學習物質結構的方法	7
§ 1-2. 物質和運動	9
1. 物質和運動的不可分割性原理	9
2. 物質及其運動的永恒性原理的自然科学基础	11
3. 物質運動的各種形態	13
4. 物質的兩種基本形態	17
習題	18
問題	19
第二章 量子力學基础和氫原子的狀態函數	20
§ 2-1. 从經典力學到旧量子論	20
1. 經典力學的適用范圍	20
2. 經典力學向高速度領域的推广导向相对論力學	21
3. 經典力學向微觀領域的推广导向量子論	22
4. 光電的不連續性——光電效應和光子學說	23
5. 康普頓效應	26
6. 原子能量的不連續性——氫原子光譜和波爾理論	28
7. 旧量子論的衰落	32
§ 2-2. 从旧量子論到量子力學	32
1. 关于光的本性的形而上學觀點的破產	33
2. 关于光的本性的辯證唯物主義觀點的建立	34
3. 电子和其他实物微粒的波动性	38
4. 量子力學的基本方程——薛定諤方程	43

§ 2-3. 氢原子或类氢离子的状态函数	47
1. 氢原子或类氢离子的薛定谔方程	47
2. 氢原子或类氢离子的基态	48
3. 表示电子云几率分布的几种方法	50
4. 氢原子或类氢离子的其他 s 态	52
*5. 氢原子或类氢离子的薛定谔方程的一般解	53
6. 氢原子或类氢离子的电子云分布	57
*§ 2-4. 量子力学的进一步讨论	67
1. 薛定谔方程的算符表示式	67
2. 用量子力学计算电子绕核运动的角动量	69
3. 多质点体系的薛定谔方程	74
4. 包含时间的薛定谔方程	75
5. 测不准关系式	75
参考书刊	77
习题	77
问题	78
第三章 原子的电子层结构和原子光谱	79
§ 3-1. 原子的电子能级——屏蔽效应和有效核电荷	79
§ 3-2. 核外电子的配布——电子自旋和保里原理	83
§ 3-3. 离子的电子层结构	91
*§ 3-4. 无机化合物的颜色和离子的电子层结构等因素的关系	95
1. 颜色的产生	95
2. 离子的颜色和离子的电子结构间的关系	98
3. 离子的极化和无机化合物的颜色的关系	97
4. 络合物形成对颜色的影响	99
5. 无机化合物的颜色与温度的关系	99
6. 分散度对颜色的影响	99
*§ 3-5. 离子极化和无机化合物的溶解度	100
§ 3-6. 原子的电离能, 电子亲和能和电负性	103
*§ 3-7. 电离能的近似算法——改进的斯来脱(Slater)法	107
*§ 3-8. 原子的量子数、能级图和原子光谱项	101
1. 单电子原子的量子数	110
2. 单电子原子的能级图。塞曼效应	113
3. 多电子原子的量子数	115
4. 原子光谱项	116

5. 原子能级图和洪特规则	120
*§ 3-9. 原子光谱及其应用	120
1. 碱金属原子的光谱	120
2. 原子光谱的超精细结构	125
3. 研究原子光谱的仪器——摄谱仪	128
4. 原子光谱的应用——光谱分析	129
参考书刊	130
习题	131
问题	132
第四章 电子衍射法和分子中原子的空间排布	133
§ 4-1. X射线衍射和电子衍射的比较	133
§ 4-2. 气体电子衍射法的实验装置	134
§ 4-3. 衍射强度公式及其应用	136
1. Wierl 的气体衍射强度公式	136
*2. 同核双原子分子的衍射强度公式的证明	137
3. 衍射强度公式的应用	139
§ 4-4. 电子衍射法在测定分子构型方面的应用	142
§ 4-5. 化学键的键长和共键半径	144
参考书刊	146
习题	146
问题	147
第五章 分子的电性和磁性	148
§ 5-1. 分子的电性	148
1. 电介质的介电常数	148
2. 偶极矩和极化率	149
3. 极化率与介电常数间的关系	151
4. 偶极矩测定法的原理	153
5. 偶极矩与分子结构	155
6. 偶极矩的应用	162
7. 光分子析射度与分子结构	166
§ 5-2. 分子的磁性	170
1. 磁化率	170
2. 磁化率的测量	171
3. 分子的磁矩	172

4. 分子磁矩与磁化率	173
5. 顺磁磁化率与分子结构	176
6. 反磁磁化率与分子结构	178
*§ 5-3. 核磁共振与顺磁共振	181
1. 核磁矩	181
2. 拉比的分子束核磁共振法	183
3. 核磁共振法的原理和实验装置	185
4. 核磁共振在化学中的应用	187
5. 顺磁共振法测定顺磁磁化率的原理	190
6. 顺磁共振谱的超精细结构及其应用	193
参考书刊	197
习题和问题	198
第六章 化学键理论(一) 双原子分子结构	200
§ 6-1. 一般介绍	200
1. 化学键理论的历史发展	200
2. 柏尔齐留斯的二元学说	200
3. 杜馬的取代学说和热拉尔的类型论	201
4. 开库勒和古柏的结构理论	202
5. 布特列洛夫的化学结构理论	204
6. 化学结构理论的唯物主义内容	206
7. 化学结构理论的发展	207
8. 维尔纳的配位理论	210
9. 原子价的电子理论	211
10. 现代的化学键理论	212
11. 化学键的定义和它的各种类型	213
12. 本章和第七章各节内容的简单介绍	214
*§ 6-2. 离子键的静电吸引理论	217
1. 离子键的形成	217
2. 离子键与共价键的区别	220
§ 6-3. 氦分子离子的结构	227
1. 氦分子离子的薛定谔方程式	227
2. 薛定谔方程式的近似解法——变分法	230
3. 变分函数的选择	231
4. 氦分子离子的两种状态	232
5. 氦分子离子的能量曲线	235
6. 氦分子离子的状态函数	237

*7. 氢分子离子的高级近似处理法和精确解法	239
*8. 积分 S_{ab} , H_{ab} 和 H_{ab} 的意义	240
*§ 6-4. 氢分子的结构	245
1. 氢分子的薛定谔方程式和海特勒-伦敦解法	245
2. 电子的等同性和保里原理	251
3. 王守竞法和其他高级近似解法	254
4. 分子轨道法	256
§ 6-5. 共价键理论——电子配对法和分子轨道法	256
1. 电子配对法的要点	257
2. 分子轨道法的基本假设	259
3. 原子轨道的线性组合	263
4. σ 轨道与 σ 键	267
5. π 轨道与 π 键	270
6. 分子轨道的能量次序	272
*7. 表示分子轨道的两种符号	273
*8. 分子轨道与原子轨道的相关图	276
§ 6-6. 典型共价双原子分子的结构	281
1. 总论	281
2. 反磁性分子的结构	288
3. 顺磁性分子的结构	290
*4. 共价双原子分子结构的总结	295
参考书刊	301
问题	301

本书各章学习目的和要求

这里提出来的学习目的和要求，是对授课 75 学时左右的教学计划安排的。^①如授课为 50 学时左右，则各章要求应当适当降低，并将带有 * 号部分取消。又这里提出来的目的和要求和学习时数不尽全面恰当，且各校具体情况不同，仅供教师参考。

第一章 緒論

1. 明确学习物质结构的目的和方法。
2. 正确认识物质结构科学的发展与生产实践及阶级斗争的关系。
3. 正确理解质能联系定律和质能守恒定律，能够掌握对唯能论的错误进行分析批判的要点。
4. 通过本章的学习体会到自然科学工作者学习毛泽东思想，树立辩证唯物主义世界观的重要性。

第二章 量子力学基础和氢原子的状态函数

1. 正确掌握关于光的本性的辩证唯物主义观点——微粒性和波动性的矛盾统一，电子波动性的实验根据，实物和光的波粒二象性的区别和联系。
- *2. 了解量子力学的实验基础，薛定谔方程的物理意义及得来的线索。
3. 了解量子力学处理氢原子的主要结果——主量子数，角量子数，磁量子数的物理意义，以及 s 、 p 和 * d 电子云的径向分布和空间分布。

第三章 原子的电子层结构和电子光谱

1. 熟练掌握核外电子的排布。
2. 了解核外电子的排布与无机化合物的性能的关系。

^① 本书目录中打有 * 号的各章节，在学时为 75 左右的课程中可不讲授，仅供参考之用。目的和要求中打有 * 号的部分在学时为 50 左右的课程中可删去。

3. 了解电离能, 电子亲和能, 电负性, *原子光谱项, *塞曼效应及原子光谱的应用。

第四章 电子衍射法和分子中原子的空间排布

1. 了解电子衍射法的原理, 实验装置及其应用范围。
2. 了解电子衍射法与 x 射线衍射法的异同。

第五章 分子的电性和磁性

1. 了解克劳修斯-莫索第-德拜方程的意义。
2. 了解偶极矩的测定方法, 偶极矩矢量和的四面体规律以及偶极矩在研究分子结构中的应用。
3. 了解磁力天平的原理和应用, 了解顺磁磁化率与不成对电子的关系, 反磁磁化率与分子结构的关系。
- *4. 了解顺磁共振与核磁共振的原理及应用。

第六章 双原子分子结构

- *1. 了解变分法处理 H_2^+ 和 H_2 结构问题的方法概要。
2. 了解电子配对法和分子轨道法的要点。
3. 了解 σ 轨道和 π 轨道的特点。
4. 了解 O_2 、 N_2 、 CO 、 NO 等分子的结构。

第七章 多原子分子结构

1. 了解杂化轨道理论的基本要点, 成键能力和夹角公式, 熟悉 sp^3 , sp^2 , sp , dsp^2 和 $sdsp^2$ 等杂化轨道的几何构型。
- *2. 能够灵活分析一般分子中采用杂化轨道的情况。
3. 了解大 π 键的生成条件, 大 π 键的各种类型, *能够灵活分析一般分子中是否有大 π 键的情况, 了解共轭效应及其应用。掌握批判共振论的要点。
4. 了解过渡元素的络合物结构, 共价配键和电价配键的区别, 及其对络离子的几何构型氧化还原性能等的响影。
- *5. 了解 $d-p$ 配键和无机含氧酸强度的规律性。

6. 了解 B_2H_6 的结构。

第八章 范德华引力和氢键

1. 了解范德华引力的特性，了解静电力、诱导力、色散力的意义和它们的大小与分子偶极矩及极化率的关系，能够用范德华引力初步说明某些化合物的沸点和熔点的高低及溶解度的大小。
2. 了解氢键的本质，氢键的各种类型。能够初步分析氢键的形成对于化合物的物理性质和化学性质的影响。

第九章 双原子分子光谱

1. 了解分子光谱的一般情况，如紫外光谱相应于电子光谱，近红外光谱相应于振动光谱等。
2. 了解用刚性转动模型处理转动光谱的步骤和结果及偏差原因，*能够根据实验数据求出双原子分子的键长。
3. 了解用谐振子与*非谐振子模型处理振动光谱的结果及应用，*能够根据实验数据求出分子的振动频率 ν 、弹力常数 k 、非谐系数 x ，并估计双原子分子的高能。
- *4. 了解振动转动光谱的情况一般构造， P 支、 Q 支和 R 支的意义。
- *5. 大致了解综合散射光谱的特性及其与吸收光谱的区别。

第十章 多原子分子光谱

1. 了解比尔-兰勃脱定律及第 510 页表中名词的意义。
2. 了解光电式紫外及可见分光光度仪的简单构造，紫外及可见吸收光谱与生色基和助色基的关系，分光光度法在分析化学和结构测定方面的应用。
3. 了解单光束棱镜近红外光谱仪的简单构造，掌握特征振动频率与红外光谱的关系，熟悉红外光谱在分析化学和结构测定方面的应用。
- *4. 了解综合散射光谱仪的简单构造，了解综合散射光谱与红外光谱在原理和应用方面的异同。

第一章 緒論

§ 1-1 物質結構科學的內容、發展、目的和學習方法

1. 物質結構課程的內容 物質結構是研究物質的微观結構及結構和性能的關係的科學。物質結構課程內容包括量子力學基礎、原子結構、分子結構和晶體結構四部分^①。本書內容只包括前三部分，其中第一章緒論，第二章首先介紹微观物質的運動規律——量子力學的基礎。第三章討論原子的電子層結構及其和無機化合物的性能之間的關係。原子核的結構將在放射化學中講授，不在本課程的範圍之內。第四、五、九、十章討論研究分子結構的實驗方法，例如測定分子的幾何構型、分子中原子間的距离和夾角、原子和分子的能級、原子和分子的電性、磁性和光學性質等。第六、七、八章介紹關於分子結構和分子間作用力的現代理論——化學鍵理論和范德華引力。

2. 物質結構科學的發展 物質結構的概念起源於古代人們對於自然的來源及其構成的猜想，那時候人們提出了這樣的問題：宇宙間的萬物是由什麼東西構成的？宇宙間的萬物是連續而沒有空隙的呢，還是不連續而有空隙的？

最早嘗試回答第一個問題的是我國的陰陽五行之說。所謂五行就是說宇宙萬物是由金木水火土五種元素或屬性經過錯綜複雜的互相結合而構成的。稍後希臘學者提出了宇宙是由火氣水土四元素構成的學說。

對於第二個問題的回答有二派不同的意見。一派意見認為物質內部沒有空隙，是連續的，可以無限止地分割下去。例如我國戰國時代的哲學家惠施（公元前四世紀）就有這樣的看法，他說一尺長的棍子，日取

^① 液體結構部分因內容尚未成熟，暫不列入。

其半，万世也取不完。另一派的意見认为物质不能无限制地分割下去。代表这一派意見的是我国偉大的哲学家墨翟(公元前第四世紀)。他认为物质分割下去，有一最小的单位，叫做“端”，到了“端”就不能再分割下去了。希腊哲学家德莫克利特(Democritus，公元前第四世紀)也提出类似的学說。这就是古代朴素的原子論。

原子論的提出冒犯了神权和統治階級的利益，因而受到了宗教和唯心論哲学家的攻击和非难，在长达十几个世紀的期間，一直受到压抑。直到十八、十九世紀，由于冶金工业、无机和有机化学工业的发展，人們要了解化学变化的定量关系，发现了質量守恒定律、能量守恒定律、定比定律、倍比定律和阿佛加德罗定律等。为了說明这些定律，道尔頓就在十九世紀提出了著名的原子論。在此时期，宗教和唯心論哲学家为了他們本身的階級利益，仍然否定原子的存在，散布着原子看不见摸不着的不可知論思想。

到了十九世紀末叶和二十世紀初期，由于电气工业的发展促进了关于电的現象的研究，发现了电子、X 射綫和放射性，不但証实了原子的存在，而且还知道原子有复杂的結構，才使原子論的基础牢固地建立起来。

但是为統治階級服务的唯心論哲学家，其中也包括某些自然科学家，是不甘心的^①。他們竭力歪曲二十世紀初关于物质結構方面的許多新发现，例如把質能联系定律曲解为質量变为能量，把正負电子对变为 γ 光子的发现曲解为“物质化为烏有了”，余下来的只有脱离物质的“能”。既然可以有脱离物质的“能”，就不难想象有脱离物质的“绝对精神”或上帝，从而为僧侶主义大开方便之門，为宗教神权作义务掩护。

学习物质結構課程，在培养我們的辯証唯物主义世界观方面起着重要的作用，因为它以具体的内容充实着辯証唯物主义关于物质与运动的不可分割性，关于物质及其运动形态的多样性，关于物质及其运动的永恒性，和物质在所有运动形态的完全可以認識性等基本原理。我

① 例如馬赫主义的創始人馬赫和阿芬那留斯，德国的化学家和哲学家、“唯能論”的創始人奧斯德瓦尔德，以及法国的物理学家、馬赫主义者杜恆等。

們在学习过程中應該对形形色色的唯心观点和机械論观点給予揭露和批判,从而培养自己的辯証唯物主义世界观。

其次,从物質結構科学的发展历史可以看出,它是以生产的发展为前提的,同时它的发展又大大推动了生产的发展。例如十九世紀中有机化学工业有了很大的发展,人們从生产实践中总结无数經驗和規律,因而迫切要求理論上的总结和提高。波特列洛夫的化学結構理論就是在这样的基础上产生和发展起来的。結構理論的发展反过来大大推动了合成有机工业的发展。現在我們已經能够合成人造橡胶、人造染料、人造香料、人造維生素、人造葯剂、人造燃料、人造油脂、人造纖維、以及其它許多合成制品。除了合成天然产品以外,我們已經提出更进一步的要求,即发明自然界沒有的、性質預先加以規定的新产品,例如解除人类各种疾病痛苦的特效葯,最有效率的肥料,刺激植物生长的促进剂,噴气机和火箭的高能燃料,耐高温的塑料,耐低温的潤滑油,性能良好的半导体,選擇性好的离子交換剂、萃取剂和分析试剂等。

3. 学习物質結構的目的 物質結構課程是在学生学過高等数学、普通物理、无机化学、分析化学和有机化学等課程的基础上,进一步講授微觀物質的运动規律——量子力学基础,原子結構、分子結構和晶体結構,研究物質結構的現代實驗方法,以及物質結構和性能之間的关系。其目的在子配合其他課程共同总结解釋化学現象的規律,如化合物的酸鹼性、顏色、溶解度、氧化还原性能以及化学反应性能等,培养学生具有巩固的基本理論知識;同时使学生掌握研究物質結構的現代實驗方法的基本原理和适用范围。例如分子光譜和分光光度法可用于絡合物的研究、有机化合物的功能基的測定、分子組成的定性和定量分析,原子光譜可用于鋼鐵分析、矿石分析,螢光光譜可用于半导体或其他超純物質中杂質的分析,順磁共振可用于自由基及高分子聚合反应机构的研究,电子衍射法可用于催化剂表面結構的研究等。这样可以为进一步学习放射化学、高分子化学及某些專門化課程(例如有机結構理論、半导体化学、絡合物化学、稀有元素化学、仪器分析、輻射化学、有机催化理論等課程)准备好必要的理論基础。

其次，物質結構課程應該在培養辯證唯物主義的世界觀方面起一定的作用，這在前節中已詳述。

最後，學習和研究物質結構科學的目的是為了利用物質結構的知識幫助解決具有巨大國民經濟意義的化學問題，推動生產的發展，例如研究半導體的性能和結構的關係，為合成廉價的無機和有機半導體找出途徑，研究無機高分子的性能和結構的關係，為合成耐高溫和低溫的特殊材料提供線索，研究作為高能燃料的要求，以及哪些類化合物能滿足這些要求，可以解決火箭中的燃料問題等。

4. 學習物質結構的方法 學習物質結構也和学习其他課程一樣，在處理某一問題時首先要注意問題是怎樣提出來的，解決問題可用什麼方法，根據什麼實驗或理論，問題解決以後得到什麼結果，有什麼實踐意義，然後再去研究中間的推導過程。例如要掌握氫原子的量子力學處理問題，首先注意氫原子的薛定諤方程是怎樣提出來的，它的根據是什麼，然後抓主要結果，以及這些結果在研究原子和分子結構問題中的重要性。這樣就能對問題的全局有所了解，在自己的頭腦中就有了關於這一問題的輪廓或骨架。有了骨架以後，然後再去掌握中間的具體的數學步驟，好象在骨架上長上血肉。退一步講，即使數學處理暫時不懂，主要的骨架已經抓住了，繼續學習以後的章節就沒有問題。反之如果先不弄清問題的來龍去脈，不是站在高處先把全局看一看，就容易迷失在繁復的數學式子之中，不知道這些數學式子究竟要解決什麼問題。即使一步步地跟下去，也只能知其然而不知其所以然，好象沒有骨架，使血肉無所依附；同時也可能在一個數學步驟上發生困難，使整個章節學不下去。

學了一個章節，抓住了它的骨架以後，在學習第二章節時，一定要把這二個章節的骨架用一條紅線彼此聯繫起來，找出它們之間的共同性和差異性。例如，學習分子光譜時應與原子光譜比較研究。原子光譜與分子光譜都是由於原子或分子的運動能級改變而產生的。分子與原子的不同是在於原子只有一個原子核，而分子有多個原子核，所以在

原子中只有电子相对于原子核的运动^①，而在分子中除了电子相对于原子核的运动以外，还有各原子核之间的相对运动即转动和振动。因此，原子光谱只是原子的电子光谱，而分子光谱则除电子光谱外，还有振动光谱和转动光谱，这种把新学到的知识和已掌握的知识对比起来学习的方法，最便于巩固记忆和深入了解，有时候且能从中找出矛盾，发现未研究过的领域，推动科学的发展。

在学习中要随时注意实践—理论—实践的公式，任何理论都有它的实践基础，但有时候在教材或讲堂中为了叙述的简洁，没有一一提出来。同时任何有价值的理论也一定有指导实践的意义，但不一定对某一具体生产过程起直接指导作用，也可能某一理论的实践意义暂时还看不出来。从物质结构理论发展的过程可以说明人类认识客观世界的规律是由浅入深，由低级到高级，由片面到全面，由感性到理性，由实践到理论又回到实践的反复过程。例如原子论的发展就经过下列各阶段：(1)古代朴素的原子论，(2)17世纪的原子论，(3)18世纪罗蒙诺索夫的原子—分子论，(4)19世纪道尔顿的分子论，(5)卢瑟福的原子有核模型，(6)波尔的原子模型，(7)量子力学的原子结构理论。其中每后一阶段都比前一阶段的认识要更深入一层，同时每一个新的理论的出现，都是前一理论在实践的考验中发现矛盾，解决矛盾的过程。例如卢瑟福的原子有核模型是建筑在电子的发现， α 粒子的散射等实验的基础之上的。但这一模型不能说明从原子光谱获得的大量实验结果，波尔的模型就是为了解决这一矛盾面提出来的，但波尔模型也还有许多缺点，直到最新的量子力学理论建立起来，才能满意地解释大部分已知的实验事实。由此可见，由于实践的发展，认识的深化，今人一定能胜过前人，而后人一定能胜过今人。所以，一方面要认识到现有理论决不是完善无缺的，它还有待于进一步发展与改进，另一方面也要认识到现有理

① 原子核本身的运动和整个原子的平移运动都与原子光谱无关。