

物 质 科 学

探究式学习丛书

JY/T 标准装备用书

JY/T55407

总策划：冯克诚 总主编：杨广军
副总主编：黄晓 章振华 周万程

维系宇宙的无形骨架——力与引力



力和引力

And gravitational force

本卷作者：周哲 陈盛

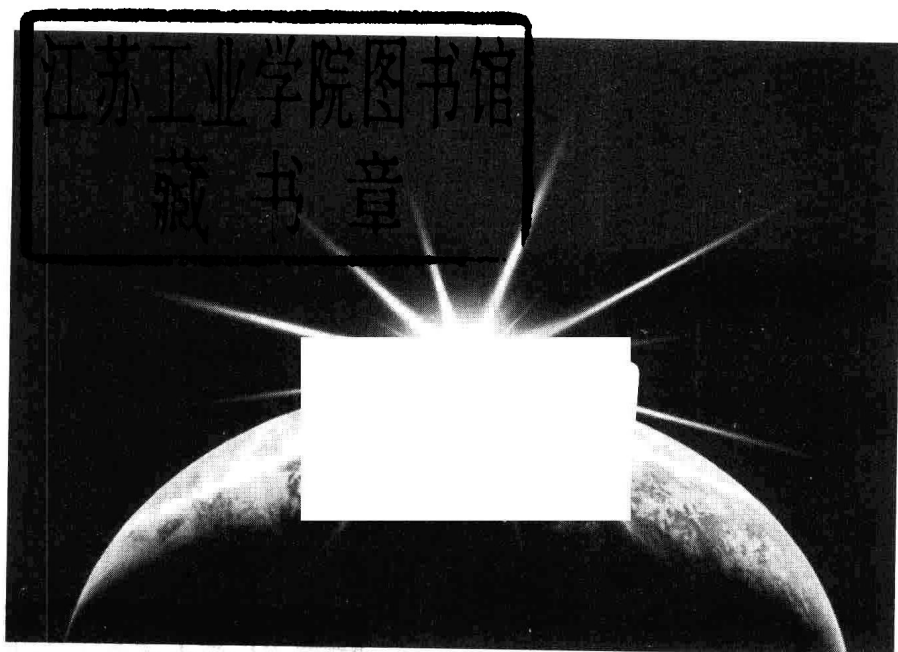
學苑音像出版社
Xueyuan Audio-visual Publishing House

物质科学 A

探究式学习丛书
Tanjiushi Xuexi Congshu

力和引力

AND GRAVITATIONAL FORCE



学苑音像出版社

2009年1月

图书馆管理编目数据

力和引力/周哲、陈盛撰. —北京:学苑音像出版社,2009. 1

ISBN 978 - 7 - 88050 - 725 - 6

I. 力... II. 周...、陈... III. 科普 - 中小学 - 读物 IV. G · 092

物质科学 A

探究式学习丛书

力和引力

周哲 陈盛 撰

学苑音像出版社 出版

★

北京爱丽龙印刷有限责任公司 印刷

2009年1月印刷

开本:720×1000 1/16 印张:12.375 字数:153千字

ISBN 978 - 7 - 88050 - 725 - 6

发行价 29.80元(不含碟)

本书如有印刷、装订错误,请与本社联系调换

出版说明

与初中科学课程标准中教学视频 VCD/DVD、教学软件、教学挂图、教学投影片、幻灯片等多媒体教学资源配套的物质科学 A、B、生命科学、地球宇宙与空间科学三套 36 个专题《探究式学习丛书》，是根据《中华人民共和国教育行业标准》JY/T0385 - 0388 标准项目要求编写的第一套有国家确定标准的学生科普读物。每一个专题都有注定标准代码。

本丛书的编写宗旨和指导思想是：完全按照课程标准的要求和配合学科教学的实际要求，以提高学生的科学素养，培养学生基础的科学价值观和方法论，完成规定的课业学习要求。所以在编写方针上，贯彻从观察和具体科学现象描述入手，重视具体材料的分析运用，演绎科学发现、发明的过程，注重探究的思维模式、动手和设计能力的综合开发，以达到拓展学生知识面，激发学生科学学习和探索的兴趣，培养学生的现代科学精神和探究未知世界的意识，掌握开拓创新的基本方法技巧和运用模型的目的。

本书的编写除了自然科学专家的指导外，主要编创队伍都来自教育科学一线的专家和教师，能保证本书的教学实用性。

与本书配套还出版有相同国家标准的教学 VCD/DVD 视频资料、教学软件和课件资源库、教学挂图、教学投影片、教学幻灯片等多媒体教学资料，是相关教学的完备资料。此外，本书还对所引用的相关网络图文，清晰注明网址路径和出处，也意在加强学生运用网络学习的联系。

出版者

2009 年 1 月

《探究式学习丛书》

编委会

总顾问:

王炳照 国务院学位委员会教育委员会主任 北京师范大学教授
博士生导师 国务院特殊津贴专家

学术指导:

程方平 中央教育科学研究所研究员 博士生导师 原中国科协教
育与科普研究所所长 “国家 2049 公民科学素养纲要”项目
评审专家

尹晓波 《实验教学与仪器》杂志主编

李建新 湖南省教育装备处研究员

总策划:

冯克诚 学苑音像出版社社长 教育学博士 中国社会科学院高级编辑

总主编:

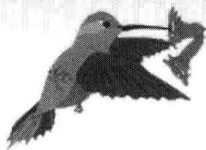
杨广军 华东师范大学副教授 教育学博士后 硕士生导师

副总主编:

黄 晓 章振华 周万程

撰 稿(排名不分先后):

朱焯炜、肖寒、和建伟、叶萍、张笑秋、徐晓锦、刘平、马昌法、胡生青、薛
海芬、周哲、陈盛、胡春肖、竺丽英、岂晓鑫、王晓琼、周万程、项尚、钱颖
丰、楮小婧、陈书、蔡秋实、何贝贝、沈严惠、章振华、胡锦、戴靖、申未
然、郑欣、俞晓英、贾鲁娜、张四海、许超、戴奇、何祝清、张兴娟、郭金
金、余轶、俞莉丹、高靖、潘立晶、宋金辉、黄华玲、张悦、郭旋、李素芬、
熊莹莹、王宝剑、韦正航、蔡建秋、贾广森、张钰良、戴奇忠、刘旭、陈伟、
潘虹梅



卷首语

力是什么？力就是物体与物体之间的相互作用。力学，作为物理学的基石，从人类开始认识大自然起，就不断发展着，经过了几千年的蜕变，经历了亚里士多德、加利略、牛顿、爱因斯坦，至此力学理论已经能够诠释宇宙的局部原貌。从宇宙天体，星系与星系的相互作用，到微观世界，基本粒子与基本粒子之间的相互作用，都将在本部书中用探究性的手法一一呈现。





目 录

力学概述

- 无处不在的“元素”——力/(1)
- “力”纷繁复杂的分类/(4)
- 四种基本力/(5)
- 星球探秘——重力 = 万有引力? /(19)
- 爱因斯坦与万有引力理论/(33)

地球的引力——重力

- 中学物理中的力——重力/(45)
- 重力加速度的测量/(47)
- 失重与超重/(49)

单位面积上的力——压强

- 压强/(53)
- 液体压强/(54)
- 大气压强/(60)

生活中常见的力

- 浮力/(71)
- 中学物理中的力——摩擦力/(77)
- 各种摩擦力/(80)
- 摩擦力本质的探究/(83)



- 中学物理中的力——弹力/(85)
- 牛顿运动定律/(89)
- 牛顿运动定律的适用范围/(96)

周期运动中的力

- “来来回回”——回复力/(99)
- 曲线运动的需要——向心力/(104)
- 向心力的应用一/(109)
- 向心力的应用二/(114)
- 力在时间上的积累——冲量/(116)

最常见的力——电磁力

- 闪电制造——库仑力/(119)
- 无形之手——安培力/(128)
- 安培力的微观本质——洛伦兹力/(130)
- 最广泛的力——电磁力/(135)

研究微观世界的力学

- 微观世界的力学——热力学/(137)
- 拓展知识——统计力学/(144)
- “神州七号”的成功——航天动力学/(145)

近现代发展中的力学

- 量子力学的诞生与发展/(151)
- 量子力学与经典力学的区别/(157)
- 量子力学的基本内容/(159)

力学的历史

- 力学发展史/(163)



力学概述

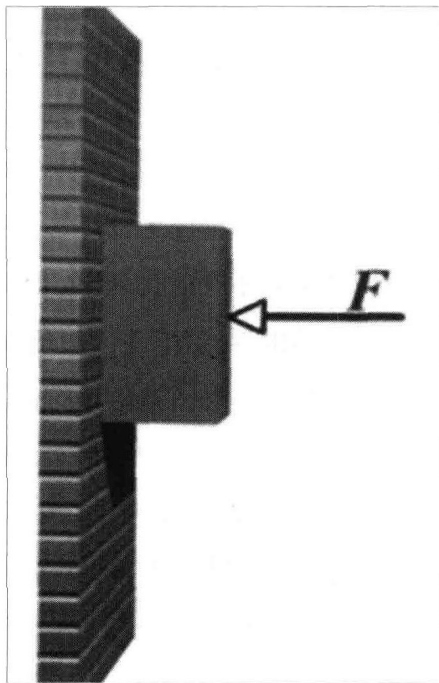
无处不在的“元素”——力

什么是力？

学过物理的人都知道,物理学中所指的力(一般用字母 F 表示)是物体间的相互作用。相互作用是指一个物体的运动会因为其他物体的存在而改变。如何定量地描述相互作用呢?我们定义某时刻作用在某物体上的力这种相互作用正比于该物体此刻速度的变化率,也正比于该物体的质量,也就是牛顿第二定律。

如果选取一定的单位制取比例系数为一就是牛顿定义的力的定量方法,即 $F = ma$ 。其中 m 代表物体的惯性质量, a 代表加速度。此公式使用国际单位制,

质量单位用千克,加速度单位用米每二次方秒,所以 SI 中力的单位是千克米每二次方秒($\text{kg} \cdot \text{m} \cdot \text{s}^{-2}$),即牛顿(N)。为什么要这样定义呢?因为定义任何概念的原则就是要便于使用。我们可以从最基本的事实出发研究



作用在物体上的力



这种定义的合理性。这些事实是:时空的均匀性与各向同性,任意惯性系的平权等等。

力在字典中的解释

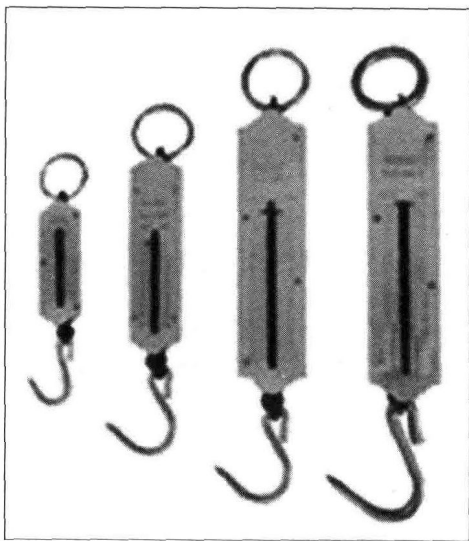
- ①人和动物肌肉的效能:~气。~量。
- ②一切事物的效能:视~。生产~。控制~。
- ③物理学上指物体之间相互作用,引起运动加速或形变:~学。作用~。保守~。
- ④用极大的力量:尽~。~挫。~挽狂澜。
- ⑤姓。

⑥力是物体对另一物体的作用,一个物体受到力的作用,一定有另外的物体施加这种作用。前者是受力物体,后者是施力物体,只要有力发生,就一定有受力物体和施力物体。有时为了方便,只说物体受了力,而没有指明施力物体。但施力物体一定是存在的。

力是无处不在的,为什么呢?

我们的世界,从物理学的角度说,宇宙、世界是物质的,这也是符合马克思主义哲学中的辩证唯物主义理论的,所以构成宇宙的是物质,那么物质小到基本粒子(目前基本粒子分为强子、轻子和传播子三大类)大到宇宙天体,例如星云、星系等。这些物质之间的相互作用,我们都称作——力。

所以,力学体系是物理学的最基本体系,就像“ $1 + 1 = 2$ ”是数学的基石一样。



测量力的仪器弹簧秤



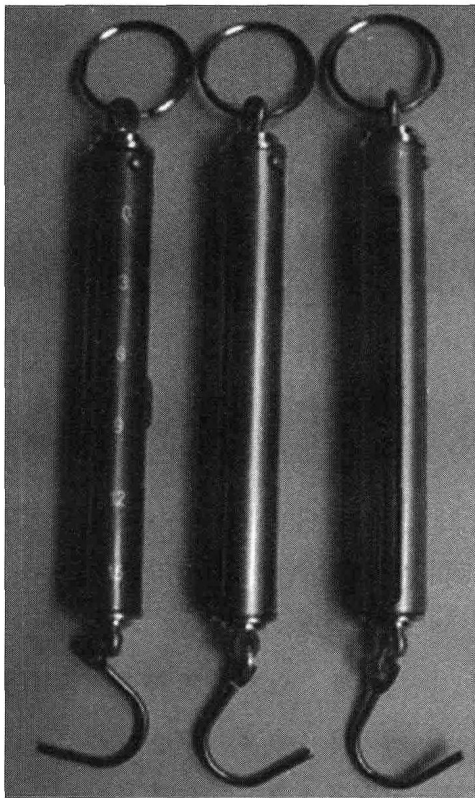
力的介绍

在我们全面认识“力”之前,先介绍力的性质。

力的性质

力的大小可以用测力计(比如弹簧秤)来测量。弹簧测力计的工作原理是弹力。弹力是因物体发生弹性形变而具有的力。在国际单位制中,力的单位是牛顿,简称牛,符号是 N。

力不但有大小,而且有方向。物体受到的重力是竖直向下的,物体在液体中受到的浮力是竖直向上的。力的方向不同,它的作用效果也不同。作用在运动物体上的力,如果方向与运动方向相同,将加快物体的运动;如果方向与运动方向相反,将阻碍物体的运动。可见,要把一个力完全表达



弹簧秤

出来,除了力的大小,还要指明力的方向,可以用力的示意图来表示它们。用一条有向线段把力的三要素准确的表达出来的图叫力的图示。

物理学中,通常将物体之间的推、拉、提、压、排斥、吸引等都叫做力的作用。

力是矢量,国际单位是牛顿。

力的作用是相互的。

力的作用效果有两点:

①改变物体运动状态;



②使物体发生形变。

力的三要素：

①大小；

②方向；

③作用点。

力的基本特征：

力的基本特征：

①物质性

②相互性

③矢量性

④独立性(即一个物体作用于某一物体上产生的效果与这个物体是否同时受到其他力的作用无关。)

拓展思考

问题1 力可以用哪些仪器测量？

问题2 力具有哪些性质？

问题3 力有哪些基本特征？

问题4 什么是力？

“力”纷繁复杂的分类

力的分类一般有如下几种：

(1)按性质分类,可分为：

重力:由于地球对物体的万有引力引起的。

弹力:物体发生形变要恢复原状产生的力。

摩擦力:物体之间接触并存在压力,物体之间有相对运动趋势或相对



运动而产生的力。

分子力:分子之间的作用力。

电场力:带电物体在电场中受到的力。

磁场力:电流在磁场中受到的力。

(2)按作用效果分类,可分为:

拉力:牵引物体的力。

压力:物体之间挤压的力。

支持力:支撑物体阻碍下落的力。

动力:促使物体发生机械运动的力。

阻力:阻碍物体发生机械运动的力等。

(3)按作用方式分类,可分为:

接触力:产生需要两个物体相互接触。

例如:弹力,摩擦力,等等。

场力:即非接触力。

例如:万有引力、电场力、磁场力。

(4)按研究对象分类,可分为:

内力:物体体系内部的力。

外力:物体体系外部的力。

拓展思考

问题1 按照作用效果力有哪些分类?

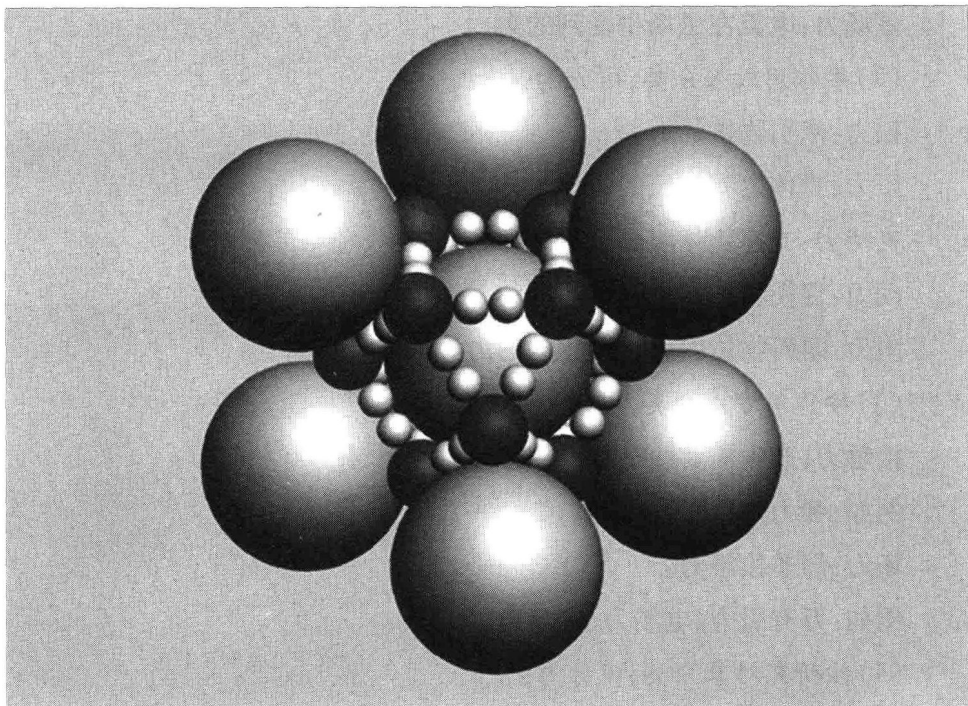
问题2 按照力的作用方式力有哪些分类?

四种基本力

上一节我们介绍了力的分类,力有成千上万种,但就像基本粒子千万



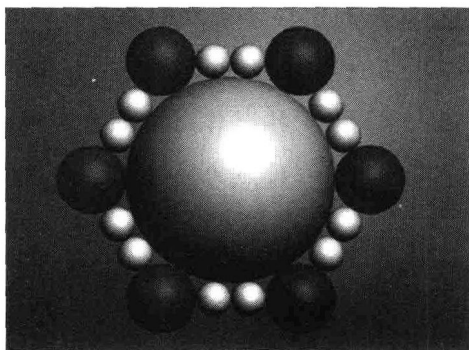
种但最终都可归纳为强子、轻子和传播子三种。力经过几个世纪的探索、演变,最终归纳为四种力:强相互作用力、电磁相互作用力、弱相互作用力、万有引力。



美国科学家盖尔曼提出的关于强子结构的夸克模型

(1)强相互作用力的实质强相互作用力是让强子们结合在一块的作用力,人们认为其作用机制是核子间相互交换介子而产生的。

而其实,强子们之间的相互作用实际上是夸克团体与夸克团体之间的相互作用,而夸克团体之间的相互作用则必然夸克与夸克之间相互作用的



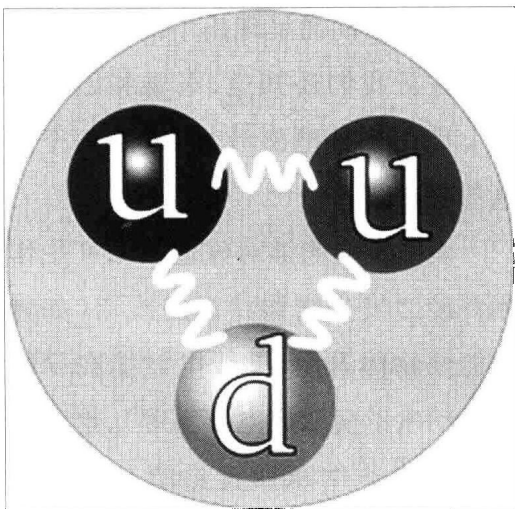
“勾股模型”是中国闪烁软件公司对基本粒子的一种表述模型。



剩余。而夸克之间的相互作用我们已知它是未饱和游空子重合体之间相互作用的延伸,这才是真正的强相互作用之作用机制。

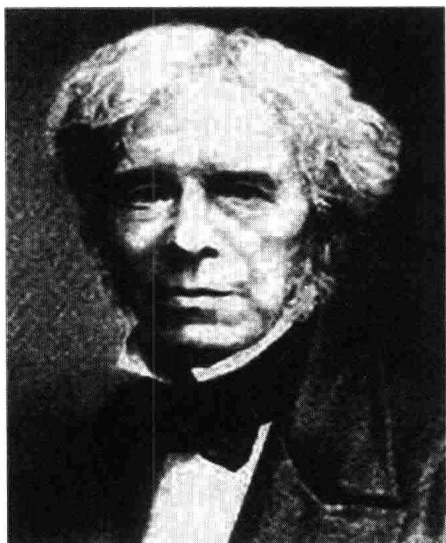
大约地说,当夸克们结合成为强子时,其结构已经较为严密完整,可是,如果强子之间发生了强烈的撞击作用,那么各强子原来的结构则定会遭到破坏,因此,各强子中的大小夸克们则自然会重新产生相互的作用而结合在一块;这,正就是强相互作用的现象。

而说到底,强相互作用的实质是由于未饱和游空子重合体之中心体因其综合循环体的未饱和而



夸克模型

通过静空子中间体渗透出中心极性而与别的未饱和游空子重合体之外层循环体产生相互吸引,并且自身的循环体同理也受到对方中心体吸引,因而它们之间则产生了强烈的相互作用从而形成了各种层次的联合构成体,而强相互作用则是其中一个层次上的联合相互作用而已。



发现电磁感应的科学家法拉第

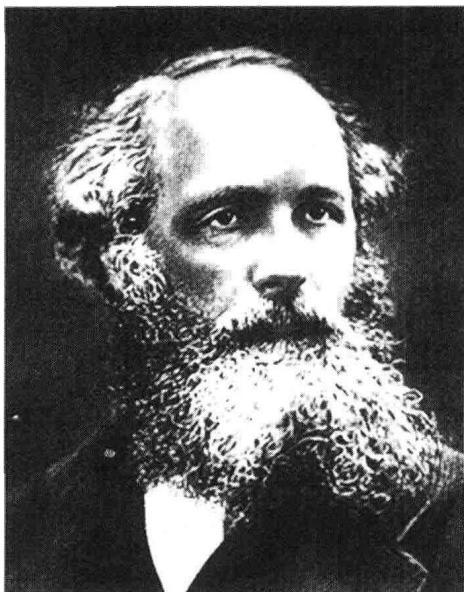
(2)电磁相互作用力的实质电磁相互作用力是带电荷粒子或具有磁矩粒子通过电磁场传递着相互之间的作用。

电场和磁场的实质我们在前面已经了解:电场是游空子循环体的循环变化



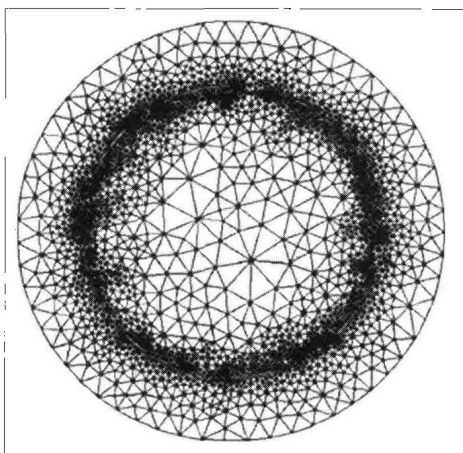
在周围静空子的中间体中引起极性感
应激荡并传递开去。而磁场则是电场
因电源的运动而呈现出不同的状态而
已。并且我们还知道,电场和磁场实
际上也是一种电磁波,不过是频率及
高的电磁波。

而电磁波能够对许多东西产生作
用并使之发生结构状态的改变(如光
照能使物体升温、无线电波能在导线
中推动电子而形成电流等等),这是因
为任何有质的东西皆由游空子所构
成,而任何游空子皆处在静空子之中
并与静空子共用中间体;于是,电磁波——即静空子中间体的极性感
应激荡自然会影响游空子从而或多或少地影响了游空子构成体的整体状态。
所以,电磁作用的范围其实是很广的。



建立完整电磁场理论的科学家麦克斯韦

那么带电荷体与带电荷体之间的相互作用具体是怎样进行的呢?



电磁场模型

电荷无非分为正负两种,我们先
说异种电荷,即正负电荷之间的相互
作用吧。

正负电荷是通过各自所产生的电
场来进行相互作用的。那么首先请
问:既然异种电荷是相互吸引的,可
为什么却不常看到正负电荷直接接
触进行相互作用并结合在一起呢?

正因为,据我们所知电荷的实质



是物质基元游空子的循环体或游空子重合体外层的循环体在循环时对外表现出来的极性激荡。这激荡造成周围静空子中间体的极性感应激荡即是所谓的电场。而正负电荷的区别则不过是循环体循环方向的左右旋不同而已。那正负电荷的电场,则区别于极性激荡的相位刚好相反。总之,正负电荷皆起源于同一极性体(即游空子循环体),其区别只是极性体循环的



电磁波

方向相反而已。于是既然如此,当正负电荷直接接触时,实际上则是相同的极性体在接触;而相同的极性体是相互排斥的,因此正负电荷不能够靠在一起直接进行着相互间的吸引作用而只能通过电磁波来进行着彼此间的作用。

这个问题正好又从另一个角度来说明我们这理论之正确与完善。

那么,正负电荷应是如何通过电场来产生相互作用的呢?

由于,电荷所形成的电场实际上是电荷激发空间体而产生的那极高频电磁波,而发射电磁波的东西则必然会受到周围空间体(即静空子群)对它的反作用力,那发射极高频电磁波的电荷体所受的反作用力则当然会更加明显。只是,因为电荷体是向各个方位同时激发电磁波的,因此电荷体所受各个方向的反作用力则相互抵消。

可是,当空间里同时有正负电荷时,虽然正负电荷所形成的电场之感应激荡相位相反,但由于在它们俩之间其激荡传播的方向亦相反,故其相位反而是相同的。于是,在它们之间的两端,正负电荷激荡周围每一个静空子时都得到对方传过来的激荡波的帮助,因此,在它们之间的这两边,静