

辩证唯物主义与 物理学和化学的 若干问题

科学出版社

М. И. ШАХПАРОНОВ
ДИАЛЕКТИЧЕСКИЙ МАТЕРИАЛИЗМ И НЕКОТОРЫЕ
ПРОБЛЕМЫ ФИЗИКИ И ХИМИИ

Госполитиздат

1958

內 容 簡 介

本书分为三部分,分别阐述了(1)相对論;(2)量子力学;(3)分子結構理論中的哲学問題。結合当前物理学及化学的实际成果具体地闡述辯證唯物主义,并从理論上分析物理学及化学中的唯心主义产生的根源。

辯證唯物主义与物理学
和化学的若干問題

М. И. 沙赫巴洛諾夫著

罗 昌 譯

科学出版社出版 (北京朝陽門大街117号)

北京市书刊出版业营业許可証出字第061号

中国科学院印刷厂印刷 新华书店总經售

1960年5月第一版

1960年5月第一次印刷

(京) 0,0001—26,000

书号: 2192 字数: 60,000

开本: 787×1092 1/27

印张: 2 24/27

定价: 0.30 元

作 者 的 話

这本小册子的基础,是作者在 1956 年为莫斯科大学社会科学教师进修学院的学员讲课时所用的讲义。

这个讲义的出版,是由于考虑到社会科学的教师需要有关阐述自然科学中唯物主义反对唯心主义的战线上的现状的材料。自然科学的客观内容令人信服地证明了马克思主义哲学的正确性,证明了马克思主义哲学的巨大的、普遍的科学意义,因此,在讲授哲学和自然科学的课程时,应当充分地利用这些材料。

如果这本小册子能在这方面提供即使是微小的益处,作者就认为自己的任务已经完成了。

目 录

作者的話.....	i
第一章 辯証唯物主义与空間、時間及引力的理論.....	1
1. 几个定义.....	1
2. 古典理論发展以前的时期.....	3
3. 空間、時間和引力的古典理論.....	5
4. 狭义相对論的物理学内容.....	10
5. 狭义相对論中的唯物主义观念和唯心主义观念.....	18
6. 在引力論中的唯物主义观念和唯心主义观念.....	24
第二章 辯証唯物主义与量子論的問題.....	31
1. 引言.....	31
2. 量子論的客观内容及其对唯物主义世界观的意义.....	32
3. 对量子物理学中的唯心主义結論的批判.....	38
4. 量子物理学中唯心主义观点传播的原因.....	47
5. 量子論发展中的几个流派.....	51
第三章 辯証唯物主义与分子結構論的問題.....	55
1. 布特列洛夫理論是分子結構学說中唯物主义学派的基础.....	55
2. 对中介論和共振論的批判.....	60
3. “化学”唯心主义的認識論根源.....	66
4. 討論分子結構論問題的意义.....	69

第一章

辯証唯物主义与空間、時間及引力的理論

1. 几个定义

大家知道,空間、時間和运动是物質存在的形式,沒有无物質的运动,而物質的运动是在空間和時間中进行的。“世界上除了运动着的物質,什么也沒有,而运动着的物質只有在空間和時間之内才能运动。”①

要研究物質的运动,必須弄清楚空間和時間的特性,相反地,为了認識空間和時間的特性,也必須研究物質的运动。

对物質运动的研究导致了有重大价值的发现——运动守恒規律的发现,这一发现是全部科学知識的基础。根据运动守恒規律,在物質发生任何轉化时,运动既不能被消灭,也不能产生。

为了使这个論断具有确定的涵义并能給予实验的檢驗,必須能对运动进行測量。运动应当具有量度——用来说明某个物質体系的运动的多少的量的标志。很明显,如果沒有这种量度,也就不可能談論运动的不灭性。

运动的量度的发现說明什么呢? 这表明,对各种运动(即运动的各种形式)确立了某种最一般的当量。換句話說,应当把运动的某一种形态或形式当作基础,而一切其他的形态应当和这种基本的形态作某种比較。

初看起来,选择那一种运动形态作基础是沒有关系的。运动的各种形式都能互相轉化;热的、机械的、电的、重力的及其他的运

① “列宁全集”,1957年人民出版社版第14卷第179頁。

动是相互紧密联系着的。在现代物理学中机械运动经常起着基本的运动形式的作用，把任何其他的运动形态同一定的机械运动加以比较，就可以得出表示某种运动形态的量的数值。

选择机械运动作为对一切其他运动起一般当量作用的基本形式，这并不是偶然的。正象上面已经指出的那样，不研究空间和时间的特性，就不可能研究物质的运动。但是，物质运动与空间和时间之间的联系，这是一个方面；另一方面，现代物理学正是在研究机械运动时最简便地把这种联系揭示出来。

机械运动——这是被考察的物体或物体群在空间中随着时间的推移所发生的位置的变化。任何物体的位置变化只有把它与其他的物体相对照时才能确定。换言之，机械运动是随时间推移而发生的物体的相互位置的变化。谈论任何单个的、孤立的粒子或物体的机械运动是没有意义的。可见，机械运动是相对的。

机械运动是相对的，同时又是绝对的和客观的。机械运动是客观的，因为它不依赖于我们的意识；它是绝对的，因为在一定的物质体系中及在一定的条件下，它完全按照同一确定的方式发生。例如，炮弹的弹道、月亮环绕地球运行的轨道、地球环绕太阳的轨道都可以以极大的精确性计算出来，而且，我们的计算是与观测和实验的材料相符合的。

总之，机械运动是某一物体或物质质点相对于另一物体的位置变化。在物理学中，为了研究机械运动，建立了计算系统。计算系统——这是考察某个物体的位置时所相对的物体群。例如，如果知道了室内电灯与两个交叉墙和地板的距离，就可以确定电灯的位置，在这种情况下，两面墙和地板就起着计算系统的作用。

在研究机械运动的规律时，事物被看作是物质质点的集合。这里我们使用了“质点”这个概念，它表示什么呢？质点是与空间和时间有关的最简单的概念。为了表示出在某一时间瞬间内空间的一点，放置在那里的物质的物体就必须充分地细小，这个物质的物体也就叫作物物质质点。

在选择了计算系统之后，就可以用与一定的时间瞬间有关的

三个座标来定出其他物体的位置。

笛卡儿的直角座标系统是最简单的座标系统，它是由三根互相垂直的轴 X 、 Y 和 Z 构成的。我们强调指出，脱离物质物体的座标系统是不存在的，任何座标系统——直角的、球面的、柱面的、椭圆的、调和的、等等——都只有与一定的物质基础或计算系统相联系时才有意义。

有了这些初步的意见，就可以转入关于在空间、时间和运动的理论中唯物主义与唯心主义斗争的问题。我们打算先简略地说明唯物主义与唯心主义在过去的斗争的基本阶段，这样作使我们易于更好地了解问题的现状。

2. 古典理论发展以前的时期

关于空间、时间和引力的自然科学概念的发展史可以分为三个基本阶段：

1. 第一阶段包括由古代起至15世纪这段时期，相应于所谓空间、时间和引力的前古典概念。这些概念反映在亚里士多德（纪元前4世纪）和亚历山大的天文学家托勒密（纪元前二世纪）的著作中。

2. 第二阶段所包括的时期由15世纪起至19世纪末。这就是所谓空间、时间和引力的古典理论的形成和发展的时期，这一理论是由哥白尼、伽里略、牛顿及许多其他学者的著作所创立的。

3. 理论发展的第三阶段开始于20世纪的最初十年。阿尔伯特·爱因斯坦（1879—1955）是空间、时间和引力的现代理论的奠基人。

空间、时间和引力的理论与宇宙构成的观念有紧密的联系，因此，空间、时间和引力理论在其发展过程中的每一个时期都与宇宙结构学说发展的一定阶段相适应。

在古代和中世纪，学者们观测了行星在天空运行的难以捉摸的轨道，他们得出结论，认为宇宙是具有一个共同的中心的天体体系，这个中心就是静止的地球。根据托勒密的意见，距地球最近的天体是月亮，然后是水星、金星、太阳、火星、木星、土星，最后是那

些恆星。行星和太阳作等速圓周运动，托勒密把这叫做本輪。除月亮之外，一切行星的本輪的中心又同样地繞更大的圓周——均輪——轉动^①。在行星之外是恆星天际，它以巨大的速度圍繞地球轉动，一昼夜旋轉一周，至于在这个天际中的恆星本身則是不动的。

那末，托勒密的体系究竟只是与现实沒有任何关系的人的幻想的表现，还是在这个体系中也包含有絕對真理的內核呢？无疑地，托勒密体系尽管有許多不完善的地方，它仍然是古代科学的巨大成就及其发展的必然阶段。它在当时可以足够准确地預見行星的运动，确定地球和月亮的距离，測量地球的大小，发现年代的长短，等等。它十分正确地說明了月亮圍繞地球的运动，正确地說明了木星比火星距离地球更远，而土星則比木星更远，等等。

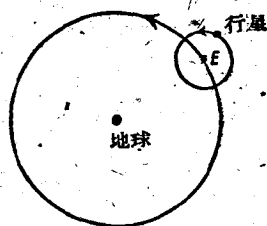
同时，正象前面已經談过的那样，托勒密体系是以关于空間、时间和运动的极不完备的观念作基础的。

在亚里士多德、托勒密及古代的其他一些学者的观念中，对运动的考察是与产生运动的原因、与运动的物質基础相脱离的。古代的天文学家只是在运动学的观点上关心运动，換言之，他們力图尽可能准确地想象和描繪天体的軌道，而撇开了产生按某种軌道运动的物理原因的問題。自然，在探討天体运动（自然界其他物体的运动也是一样）时的这种純运动学的、有局限性的看法，是与当时低下的科学水平一致的。

然而，只要科学拒絕解释天体运动的原因，宗教就会杜撰出这种解释。按照某些与托勒密同时代的人和他的繼承者的意見，月亮、太阳、其他的行星以及恆星天际的运动的原因，是超自然力量、

① 托勒密体系中的本輪和均輪如右图所示。

其中小圓就是本輪，E是本輪的中心，大圓就是均輪，其中心是地球，箭头表示运动的方向。——譯者注



神等等的干涉。这种唯心主义世界观利用了科学知識的局限性。

根据亚里士多德的观点,空間和時間是有限的。在他看来,在不动的恆星天际之外,即在天空之外,既沒有空間,也沒有時間,也沒有运动。宗教信徒也在很大的程度上利用了处于萌芽状态中的科学的这个謬誤,他們断言,在空間、時間和运动終結的地方,就是神仙世界的起点——神和一切“特殊人物”的住处。

在古代和中世紀,科学中还没有机械运动的物理相对性的观念,机械运动被认为是絕對的。按照世界体系的地球中心說的捍卫者的观点,地球是不运动的,它絕對地静止着;至于行星和太阳則絕對地运动着,因为它们随着時間的推移而变更其相对于地球的位置。

在現代意义上的引力这个詞——引力質量的相互吸力——也是沒有的。在古代,人們认为地球是自然界所有物体中最重的东西,所以任何其他的物体都不可能离开地球。地球处于世界的中心,并且“由于其重量永远不动,它承担所有的落下物”。

由于对引力的不正确的观念及不了解机械运动的相对性,不了解运动和静止的統一,把运动和静止割裂并把它們对立起来,这样就导致到一个不正确的結論,认为地球静止于宇宙的中心。在这个基础上就发展了人类中心說这种唯心主义的学說,按照这种学說,人是由神按照自己的形象所創造出来的最高的存在,是宇宙的中心。

由此可見,与托勒密同时代的人在論証宗教时利用了在他的空間、時間和引力学說中观念上有缺陷和不完善的地方。

3. 空間、時間和引力的古典理論

在建立所謂空間、時間和引力的古典理論方面,自然科学最初的进步是与发现机械运动的相对性原則有关的。

这个原則是伟大的波兰学者尼古拉·哥白尼(1473—1543)体系的奠基石。

哥白尼在其著名的論文“論天体的轉動”中写道:“……一切外

表上的位置变化的产生,是被观测的物体或观测者的运动的结果,或者是这二者移动的结果,——不用說这二者的移动应当是不相同的。因为,如果这二者即被观测的物体和观测者在同一方向上作同样的运动,那末运动是不易觉察出来的。”^①哥白尼为了说明这个原理引用了一个很著名的例子:在平静的水面上航行的船上的水手,看不出自己的运动。

哥白尼把机械运动的相对性的原则运用于天体的运动,从而否定了地球是宇宙的中心的概念。虽然,按照哥白尼的意见,世界仍然有一个中心并认为这个中心就是太阳,然而从哥白尼理论的本质和在当时所积累的实验材料中不可避免要得出结论:宇宙在空间上和在时间上是无限的,而且,有人居住的世界是大量的。在哥白尼死后不久,焦尔达诺·布鲁诺(1548—1600)提出了这个结论。这样,就使人们对耶稣教教义的原则发生怀疑。

无论是宗教裁判所对布鲁诺的火刑,也无论是地球中心说体系的拥护者的残酷迫害,都无法阻挡科学的前进。

哥白尼思想的发展使伽利列奥·伽利略(1564—1642)发现了惯性定律,并最终地肯定了机械运动的相对性原则。伽利略还确定了一个有重要意义的事实,即重力加速度并不决定于重量,在这个基础上依萨克·牛顿(1643—1727)在后来得出了惯性质量和重量质量^②相等的结论。最后,牛顿提出了机械运动的基本定律和万有引力定律。

这些发现导致了空间、时间和引力观念的根本变化。世界的地球中心说体系在科学上的毫无根据已被完全证实了。

在世界的地球中心说体系崩溃之后,在发现了机械运动的相对性原则和万有引力定律之后,以及由于一系列的天文学研究,科学得出了宇宙的延伸是无限性的结论。科学的这个成果是对人类中心说和耶稣教教条的沉重打击,它动摇了宗教的最重要的支柱,并迫使宗教世界观根本地改变其形式,以便与科学发展的新的

① 文集“尼古拉·哥白尼”,苏联科学院出版社1947年版,第199页。

② 这些概念将在后面第24页加以说明。

水平相适应。

然而，也象从前一样，唯心主义力图利用自然科学知识在其新的发展阶段上的错误、缺陷和不足。在这方面，空间、时间和引力的古典理论的奠基人之一牛顿的观点是有代表性的。

根据牛顿的意见，应当把真实的或绝对的空间、时间及运动与相对的空间、时间及运动区别开来。虽然牛顿也承认空间和时间的客观性，但他把空间和时间说成是非物质的本体。在他看来，真实的或绝对的空间同真实的时间不仅彼此之间没有联系，而且也与物质的运动没有联系。

牛顿写道：“绝对空间在其本质上是与外界的任何东西无关的，它始终是永远同一的和不变动的。”“绝对的、真实的、数学的时间，其本身并按其本质来说，与外界的任何东西没有丝毫的关系，它均衡地流逝着，否则就不能称之为持续性。”

在牛顿看来，与绝对的空间和时间相反，相对的空间和时间是同物质的物体及其运动相联系着的。相对的空间是空间的某一部分，它的位置可相对于某个计算系统加以确定。例如，地球的大气所占的空间位置，可以相对于地球来确定。按照牛顿的意见，相对的时间是借助于某种运动来确定的持续性的的一定的度量。例如，年是由地球围绕太阳的运动来决定的持续性的度量，昼夜是由地球围绕自己的轴的旋转来决定的持续性的度量，等等。

牛顿相应地把运动分为绝对运动和相对运动。绝对运动的产生相应于绝对的空间和时间，相对运动的产生则相应于相对的空间和时间。按照牛顿的意见，惯性力是绝对的空间和时间存在的物理学证明，这些力产生在相对于绝对空间作加速运动的那些物体之中。

把空间和时间错误地理解为没有物质内容的、非物质的本体，开辟了通向唯心主义的捷径。因为如果存在着脱离物体的空间和不与物质过程相联系的时间，那末就会发生一个问题，它们是被什么所充满的呢？根据牛顿的意见，真实的、绝对的空间是无所不在的神的住处，这个神贯穿在整个宇宙之中，它赋予一切物体以引力

的特性并控制它們的运动。神是一切物質的物体所固有的万有引力的原因,它传给这些物体以著名的“第一推动力”。

伏尔泰在法国宣传牛頓的学說时写道:“牛頓的全部哲学必然导致承认最高的本体,这个最高的本体創造一切并自由地安排一切。例如,根据牛頓的意見(并根据理性的思考),如果世界是有限的并且存在着虛空,那末物質就不是作为必然性而存在,它不过是某种自由原因的結果的表現。如果物質,象已經証明的那樣,是具有万有引力的,但它按其本性并不能吸引,万有引力是它由神那里得到的。如果行星在空間中按照沒有阻力的某个方向进行运动,可見,它們的創造者的手絕對自由地控制着它們的流逝。”^①

牛頓及其繼承者的观点成为古典自然科学时間一些卓越的詩人的詩的灵感的源泉。例如,著名的俄国詩人 Г. П. 捷尔沙文在其詩“神”中写道:

啊你,无限的空間,
在物質的运动中生活,
时間永恆地流逝,
这就是神的三相,然实无相。

捷尔沙文本人对这一詩节作了如下的解释:“除了我們正教徒所信仰的神学概念之外,作者懂得那形而上学的三体,即无限的空間,在物質的运动中不間断的生活,时間无終結的流逝,——这三种是由神本身所兼有的。”

在談到古典物理学中的空間、时間和运动的理論时,应当着重指出,上面所簡略說明的牛頓的那些观点虽然对物理学的发展有巨大的影响,但这些观点决不能穷尽这一理論的内容。古典物理学在任何时候也不是什么同一的东西,在牛頓的时代,笛卡儿(1596—1650)的追隨者——卡尔杰依烏斯主义的拥护者^②——的观点也起着不小的作用,他們的观点是与牛頓的概念有本质区别

① 見 Б. И. 斯巴斯基:“物理学史”第一部分,莫斯科大学出版社 1956 年版,第 224 頁。

② 卡尔杰依烏斯主义即笛卡儿主义,笛卡儿的拉丁名字就是卡尔杰依烏斯 (Cartesius)。——譯者注

的。

笛卡儿主义的拥护者们认为，不充满着物质粒子的虚空的空間是根本不存在的；他們否認超距作用的可能性。所謂超距作用，就是两个彼此远离的物体在沒有中間的物质介质参与的情况下，能够实现其相互作用。

伏尔泰写道：“如果法国人来到伦敦，那末他就发现在哲学中，也象在许多其他的事物中一样，这里有着很大的差别。在巴黎，他处在充满实物的世界上，这里他却处于虚空之中；在巴黎，宇宙充满着以太的旋风，而在这里，在同一的空中却作用着看不见的力；在巴黎，月亮作用于海的压力产生了涨潮和落潮，相反地，在英国，海吸引着月亮。对于笛卡儿主义者来说，一切都通过压力发生，正确些说，这是不完全清楚的；对于牛顿主义者来说，一切用吸力来解释，不过，这并不比前者更加使人明白。”^①

在牛顿之后，在18至19世纪罗蒙诺索夫、洛巴切夫斯基、法拉第及其他许多学者的著作中，我们也发现了同牛顿及其正統的追随者的概念并不經常一致的关于空間和時間的观点。尽管如此，在17至19世纪中，牛顿的观点在空間、時間和引力的理論中占着中心的地位。

所以，我們可以总括起来作如下的說明，古典物理学的发展导致了更正确的空間、時間和引力观念的形式，新的观念給宗教的教条以致命的打击。同时，这些新的概念也有着重大的缺陷，空間和時間是与物质割裂并且是彼此互相割裂的，还没有把机械运动的相对性原則充分地弄清楚，不了解单个物体的机械运动是沒有意义的。与万有引力定律的发现有关的科学的最伟大的进步也产生了新的困难，因为引力的本质仍然是难以捉摸的。空間、時間和引力理論的这些缺陷和其他的不足，是受历史制约的和不可避免的，但它們为唯心主义世界观提供了条件，并且已被哲学唯心主义和神学所利用了。

^① 見 П. С. 庫德列夫柴夫：“物理学史”，第一卷，苏联教育出版社1956年版，第246頁。

4. 狹义相对論的物理学内容

辯証唯物主义以最彻底的和最深刻的形式表明了空間和時間的唯物主义的哲学观点。

馬克思主义哲学形成于 19 世紀,作为这一哲学的基本原理的空間和時間概念,自然地也是从当时所积累的知識的全部总和中所作出的概括和科学的哲学結論。这些观点所依据的科学知識材料,比古典力学所积累的科学知識要不可比拟地更加丰富得多。因此,馬克思主义的空間和時間观点,就比牛頓及其門徒所主张的观点更加深刻得多。

空間、時間和引力的現代物理学理論的发展,不仅不动摇辯証唯物主义的观念,相反地,我們将会看到,它还給辯証唯物主义的观念充实以深刻的、具体的内容。

在空間、時間和引力的現代物理学理論中,爱因斯坦的相对論点占据着中心地位。习惯上把狹义的或部分的相对論与广义的相对論加以区别,前者的原理是爱因斯坦在 1905 年所發揮的,后者是他在 1916 年提出的。在最近,人們常常认为最好把广义相对論叫做引力論。

相对論的产生,是由于发现了以研究古典力学規律(固体运动的規律)为基础所制定的空間和時間的古典观念不适用于电磁現象。

我們首先来談談狹义相对論的問題。

狹义相对論只限于考察物体相对于慣性計算系統的运动。

慣性系統的概念是在古典力学中制定的,慣性系統所指的是物体(或物体羣)在沒有外力作用的情况下作等速直綫运动。可以想象,在沒有外力作用的情况下,如果一切物体都处于慣性系統之中,它們都将以极远的距离分离开来。太阳系在很大的准确程度上可以看作是慣性系統的例子。

所以,慣性系統——这是按慣性定律运动的系統。物体的慣性系統被用来作为决定其他物体的位置的計算系統。例如,为了

描述行星的运动就运用以太阳系的中心作为座标原点，并以三个方向的恒星作为座标轴的計算系統。

慣性計算系統比其他的計算系統有着更大的优越性，因为在慣性系統之中，物体运动的規律具有最簡單的形式。在慣性計算系統中，物体的机械运动，以很大程度的准确性，服从能量、动量及一系列其他的力学数值守恒的規律。

大量的实验表明，在从一个慣性計算系統轉移到另一个慣性計算系統时，力学的規律是不变的。換句話說，在慣性計算系統中的任何东西，都可以等价地用来研究任何物体或物体羣的机械运动。所有的慣性系統在上述的情况下都是等价的（这并不意味着它們在一切方面都是相同的）。这个規律是实验的概括，它首先由伽里略所确定，因此在科学中称为伽里略的相对性原則。

其次，我們习惯的、日常的經驗表明，在慣性計算系統中，下列的各个原理是正确的：

1. 在从一个慣性計算系統轉換到另一个慣性計算系統时，物体的长度始終是不变的。任何物質的客体不論它是靜止不动，或者是作等速直綫运动，它在空間中的长度始終是同一的。

2. 任何力学过程所經過的时间在一切慣性系統中都是同一的，不論摆錘是靜止不动，或者是作等速直綫运动，它的摆动周期是不变的。

3. 我們生活在其中的空間是欧几里得性質的，即在这个空間中可以以很大程度的准确性，运用我們在中学就已知道的欧几里得几何学的規律。

这三个原理——长度的不变性(恆量)，時間間隔的不变性及空間的欧几里得性——就是(不明显地)名为伽里略變換的公式的基础。如果知道了在某一个慣性計算系統中物質質点的运动及它相对于慣性系統之間的速度，运用这些變換就能够計算出物質質点在任何慣性座标系統中的运动。

讓我們来考察两个慣性計算系統(图1)。我們用 A 表示一个慣性系統，用 B 表示另一个慣性系統，让系統 A 靜止，而系統 B 以

速度 v_0 相对于 A 作等速直线运动。我们假定, 物质质点 m 在系统 A 中的坐标等于 X_A, Y_A, Z_A ; 而同一物质质点在计算系统 B 中的坐标相应地等于 X_B, Y_B, Z_B 。

我们在系统 A 中, 用时钟 A 来决定时间 t_A , 而在系统 B 中用

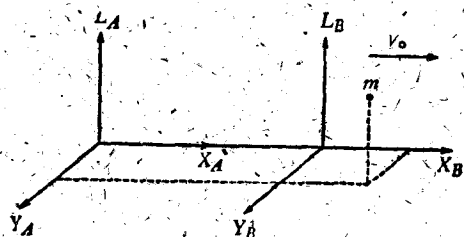


图 1

另一时钟 B 来决定时间 t_B 。换言之, 每一个计算系统都相应于自己的“地方时间”。对计算系统 A 和 B 采用笛卡儿的直角坐标形式, 为了简单起见, 我们使选定的坐标系统 A 和 B 在时间

瞬间上一致, 即 $t_A = t_B = 0$, 而 x 轴的方向与速度 v_0 的方向一致。

这时, 坐标的伽里略变换具有下列的形式:

$$X_B = X_A - v_0 t_A \quad (1),$$

$$Y_B = Y_A \quad (2),$$

$$Z_B = Z_A \quad (3),$$

$$t_B = t_A \quad (4),$$

前三个公式是由坐标系统 A 转换到系统 B 时物质质点的空间坐标变换的数学表示。第四个公式是时间变换的数学记述。

从伽里略变换中可以得出结论, 物体的速度在不同的计算系统中是不一样的。例如, 物质质点 m 在计算系统 A 和 B 中的 x 轴的运动速度是不同的。根据方程式(1), 很容易看出:

$$v_x^B = v_x^A - v_0. \quad (5)$$

大家知道, 速度是向量, 即它是依存于方向的, 在方向转变 180° 时, 速度的标记要有负号的变化。如果 v_0 的方向与 v_x^A 的方向相同, 那末 v_x^B 的值将等于 v_x^A 与 v_0 的值之差; 如果 v_0 的方向与 v_x^A 的方向相反, 那末 v_x^B 的值将等于 v_0 和 v_x^A 的值之和:

$$v_x^B = v_x^A - (-v_0) = v_x^A + v_0.$$

伽里略变换的公式是以古典力学为基础的。我们在中学中,

例如在解决在河中的輪船相对于水或岸作順流和逆流运动的問題时,就已經知道了这些公式。

日常的經驗使我們确信伽里略变换是正确的,其中也說明了,物体在机械运动时彼此的相对速度的值取决于运动的方向。例如,如果两个列車彼此相向疾馳,比一个列車追赶另一个列車,它們彼此間很快就会接近起来。

人們問道,能否把这些观念运用于电磁現象呢?例如,光速的大小是否取决于它相对于地球的运动方向呢?如果伽里略变换在电磁現象的情况下也适用,那末很明显,与地球运动作反方向运动的光速的测量的数值,比光的运动方向与地球的运动方向一致时的光速的数值要大。在第一种場合下,光的速度和地球的速度应当相加,而在第二种場合下,应当从光的速度中减去地球的运动速度,也象列車运动的情况一样。

物理学家們在很长的时期中就企图解答这个問題,但由于实验水平及科学知識的理論水平不够而一直没有得到結果。因为光以极大的速度——每秒 30 万公里,即比地球围绕太阳的运动快 10000 倍——传播,因此,为了解决这个問題,需要极仔細的、精确的测量。最初获得成功的是麦克尔逊和莫雷在 1887 年所进行的可靠的测量,它表明,光的速度并不依存于它相对于地球运动的方向,即光速在各个方向都是同一的,而这也表明,光速并不依存于光源的运动。这个惊人的結果在 70 年中經過了多次极为精确的檢驗,并且每一次都由实验得到了完全的肯定。根据現代的測量資料,在一切的慣性計算系統之中,光在真空中的速度都等于 299,790 公里/秒,而且,測量的誤差为 1—2 公里/秒。

由此可見,实验得出結論,对于任何以慣性运动的物体來說,电磁过程(光)在真空中都以同一的速度传播。光速是相同的,即对于一切慣性計算系統是通用的。

大家都知道,速度是距离与時間的关系。因此,对于一切慣性計算系統都相同的速度的存在,表明了空間的量与時間的量之間有着某种普遍的联系。而如果空間的量与時間的量彼此有普