

原子模型与经典物理学（三评量子物理学）

谭天荣

青岛大学物理系青岛 266071

ttr359@126.com

Recommended by Zhang Dongsheng, zhangds12@hotmail.com

内容摘要：本文证明经典物理学适用于卢瑟福模型。按照经典物理学，在卢瑟福模型中，电子的运动满足麦克斯韦方程，至于它满足该方程的哪一个特解，经典物理学本来就没有规定，只能根据实验事实给出。既然事实证明原子的状态经久不变。麦克斯韦电磁学是否适用卢瑟福模型的问题，就归结为：“应用于卢瑟福模型的波动方程有没有一个特解，使得原子的状态经久不变。”

推迟解与超前解是波动方程的两个特解，推迟解与超前解的算术平均值也是波动方程的一个解，它表示一个球面驻波场。它描写如下过程：电子绕核旋转既发射又吸收，发射与吸收达到平衡，形成驻波。这一特解符合原子经久不变的事实。这就表明波尔关于原子世界有特殊规律的论断是不成立的。

[谭天荣. 原子模型与经典物理学（三评量子物理学）. Academia Arena, 2012;4(3):16-23] (ISSN 1553-992X). <http://www.sciencepub.net>. 3

关键词：卢瑟福模型；波尔论断；经典物理学；牛顿力学；电动力学；电子论学派；洛伦兹问题；电磁不可逆性；波动方程；推迟解与超前解

1. 引言

最近，读了曹天元的新作《上帝掷骰子吗——量子物理史话》，重新点燃了我批判量子物理学的激情。我把我的批判写成下面的一组论文。我已经到了耄耋之年，这是我的最后一搏。

波尔理论在量子物理学的发展中占有一席之地，曹天元这样评价他的特殊贡献：

“在浓云密布的天空中，出现了一线微光。虽然后来证明，那只是一颗流星，但是这光芒无疑给已经僵硬而老化的物理世界注入一种新的生机，一种有着新鲜气息和希望的活力。这光芒点燃了人们手中的火炬，引导它们去寻找真正的永恒的光明。”

关于波尔理论的出现，曹天元写道：

“卢瑟福的实验展示了一个全新的原子面貌：有一个致密的核心处于一种的中央，而电子则绕着这个中心运行，像是围绕着太阳的行星。然而，这个模型面临着严重的理论困难，因为经典电磁理论预言，这样的体系将会无可避免地释放出辐射能量，并最终导致体系崩溃。……”

“波尔面临着选择，要么放弃卢瑟福模型，要么放弃麦克斯韦和他的伟大理论。波尔勇气十足地选择了放弃后者。他以一种深刻的洞察力预见到，在原子这样小的层次上，经典理论将不再成立，新

的革命性思想必须被引入，这个思想就是普朗克的量子以及他的 h 常数。”

本文将给出第三种选择：既保留卢瑟福模型，又保留经典物理学。但这里说的“经典物理学”是指她的基本原理，而不包括她的某些个别结论。为了辨别这两者，不得不先说几句题外的话。

2. 经典物理学的回顾

朗之万在某处说过：现代物理学上是在牛顿力学的世界观与电动力学的世界观的冲突中发展起来的。他忘了补充一句：现代物理学正处在牛顿力学的世界观已经衰老而电动力学的世界观却尚未成熟的时期，量子力学则是这种青黄不接的理论表现。

电动力学建立比牛顿力学晚，开始时她自然接受牛顿力学的现成的世界观，只有在长期的内部斗争中，她才显示出自己的本来面目。因此，这两种世界观的斗争，也就是电动力学的内部斗争。

早期的电动力学有两个对立的学派。以安培为代表的法国学派继承了英国人牛顿的“超距作用”的观点；而以法拉第和麦克斯韦代表的英国学派则继承了法国人笛卡儿的“接触作用”观点。英国学派建立的电磁场论统一地解释了当时的电学、磁学、光学和辐射热力学的实验资料，从而战胜了法国学派，这是电动力学世界观对牛顿力学世界观的

第一次胜利。

洛仑兹用他的“洛仑兹规范”简化了麦克斯韦方程，从而显示接触作用观点与超距作用观点的数学表达式只有一点微妙的差别：表现超距作用观点的方程是“泊松方程”，而表现接触作用的方程则是“波动方程”（非齐次波动方程，也称达朗贝尔方程）。对于所谓“无界问题”，泊松方程的特解表示电磁作用是“瞬时”的，从而是超距作用。而波动方程的特解则表示电磁作用的“推迟”的，从而是接触作用。泊松方程遵循伽利略变换，而波动方程则遵循洛仑兹变换。伽利略变换表现牛顿力学的时空观，而洛仑兹变换则表现电动力学的时空观。因此，用波动方程取代泊松方程来表现电磁作用已经蕴含着物理学史上的一次空前的大变革：用电动力学的时空观取代牛顿力学的时空观。

1905年爱因斯坦建立的相对论开始了这一变革，1908年闵可夫斯基对相对论的几何解释则基本上完成了这一变革。这是电动力学世界观对牛顿力学世界观的第二次胜利。

然而，上面的两次交手都只不过是两种世界观斗争的序幕而已，真正的决战在于对物质结构的认识，即在于“物质观”的问题。牛顿力学的物质观是所谓“机械论”，她认为“现象世界”的五光十色的运动形式都可以归结为原子的机械运动（即位置移动）。因此，物质的质变（运动形式的转化），只不过是现象，而本质世界即原子世界则只有量变。古希腊的原子论哲学家德谟克里特对这种世界观作了或许是最早的表述：

“按照意见存在着温暖，按照意见存在着寒冷，按照意见存在着颜色、甜味、苦味；但按照真理，则只存在原子与虚空。”

笛卡儿、牛顿以及同时代的大多数哲学家和物理学家，都是机械论的信徒，但只有到了1842年，机械论的基本观点才在物理学中获得第一次证实。这一年“热的唯动说”成功地把热现象归结为分子的机械运动，从而在物理学中掀起了把一切运动归结为机械运动狂热。

然而，把电磁运动归结为某种物理模型（例如，以太粒子）的机械运动的一切尝试都遭到挫折。与此同时，法拉第和麦克斯韦的电磁场论却成功地把电磁现象统一于一组数学方程。于是电磁场论作为一种“唯象理论”和原子论对立起来。与此同时，关于热现象的能量理论——热力学，也作为一种唯象理论和热现象的原子理论——分子运动论——分庭抗礼。

在哲学史上，唯象理论与原子论的对立表现为以奥斯特瓦尔德唯代表的“唯能论”和机械论学派的分子运动论的对立。唯能论确认运动形式的转化

时自然过程的本质，但她在反对把一切运动形式归结为原子的机械运动的狂热时，却走向了另一个极端——否认原子本身。

以洛仑兹为代表的“电子论学派”把原子论与电磁场论两大巨流汇合起来，从而克服了机械论与唯能论的对立。她一方面确认现象世界五光十色的运动形式可以追溯到原子世界的本质，另一方面又确认本质世界也有质变。原子世界不是只有单一的机械运动，而是有两种对立的运动形式：机械运动与电磁运动，它们的转移与转化形成现象世界的各种运动形式。

更重要的是，在“电荷”与“电磁场”哪一个是物质本源的问题上，电子论又克服了法国学派与英国学派的对立。按照法国学派的观点，电荷是实在的，而电磁场则不过是一种为表现电荷之间的相互作用力而引进的辅助概念；按照英国学派的观点，电磁场是实在的，而电荷则只不过是表示“场的纽结”的辅助概念。电子论把这两种观点各自作为一个环节容纳于自身，认为电荷是实在的，电磁场也是实在的。传递电荷之间“作用力”的电磁场不是纯粹的数学抽象，而是物质的一种特殊形式，她有连续分布的能量与动量；作为“场源”并承受场的“作用力”的电荷，也不是“场的纽结”，而是组成电荷原子的物质微粒——电子。

电子论认为：电子是一个基本的带电粒子，作为电磁场的“场源”，它激发一个电磁场，这是电子的“固有电磁场”，这个固有电磁场也是电子的自身的组成部分。于是电子乃是一个带电粒子与一个电磁场的统一体。带电粒子的运动是机械运动，而电磁场的运动则是电磁运动，两者统一于“电子的运动”。电子论既然把一切物理运动归结为机械运动与电磁运动，也就把一切运动归结为电子的运动。

这就是电子论的世界观，而电子论则是经典物理学的顶峰，不幸的是，经典物理学不久就从这一顶峰上坠落下来。

3. 洛仑兹问题

按照现代物理学的一般观点，物质有“实物”与“场”两种形式，在电子的两个组成部分中，带电粒子是“实物”，而“电磁场”则是“场”。按照电动力学原理，电子的这两个组成部分经常处在双重的相互作用之中：带电粒子按照麦克斯韦方程不断激发电磁场，而电磁场又反过来以“电磁力”（洛仑兹力）不断作用于带电粒子。电子论认为这种经常的相互作用乃是电子的各种行为的内因，外力只有通过这种内因才能对电子起作用。于是电子不再是牛顿力学意义下的那种抽象的、僵死的、只能被动地接受外力作用的“力学粒子”，而是包括“实物”与“场”的对立于自身，从而处于永恒的、内部的、

必然的、自己的运动之中的“电学粒子”了。

那么，外力怎么通过电子的内因起作用呢？具体地说，问题可以这样提：电子有电荷，它的运动（整体运动与内部运动）形成电流，电荷与电流按照麦克斯韦方程激发电子的固有电磁场，而电子的固有电磁场有和外电磁场一起作用于电子的电荷与电流。在这种相互作用中，电子在外部作用下将会怎样运动呢？回答这个问题就意味着描写并说明电子（单个电子或电子束）在给定的外部条件下的行为。

在物理学史上，只有以洛仑兹为代表的“电子论学派”才自觉地考察过这一问题，我称它“洛仑兹问题”。电子论既然把一切物理运动最终归结为电子的运动，也就把一切物理学问题最终归结为洛仑兹问题。

然而，电子论学派并没有如此明确地表达过自己的观点，这是我从她的基本观点引出的必然结论。电子论在处理具体问题时常常简单地把电子当作点电荷来处理。点电荷是带电粒子的一种简化的模型，当带电粒子作为电磁场的场源时，只要观察点离带电粒子足够远，这个带电粒子就可以当作点电荷来处理；当带电粒子作为电磁力的受力者时，只要场源离带电粒子足够远，这个带电粒子也可以当作点电荷来处理。但是，对于洛仑兹问题，电子既作为“场源”又作为“受力者”。这样，电子的带电粒子作为电磁场的场源，离观察点的距离为零；作为受力者，离场源的距离为零，因此无论电子多么小她都不能当作点电荷来处理了。由此可见，当把电子当作点电荷来处理时，电子论完全忘记了洛仑兹问题，即完全忘记了自己的基本观点。然而，电子论的一切积极成果，（例如，推导微观欧姆定律，计算拉摩旋进等。）都得归功于她的这种健忘。因为她解决洛仑兹问题的尝试遭到了彻底的失败。

洛仑兹问题的解答决定于电子的结构，而电子是看不见的，我们只能通过电子的行为去认识。这就是说，我们应该先分析实验事实，再塑造电子模型，然后通过计算给出这个电子模型在各种特殊场合的行为，与电子的实际行为比较，即把该模型交给实验去检验。可电子论不是这样，她想当然地把电子当作“带电刚球”来处理，这就注定她只能一无所获。更糟糕的是，她又想当然地用了麦克斯韦方程的“推迟解”。这就使得她不仅是一无所获而已。

电子论学派采用“刚球模型”和“推迟解”，导出了一个电子动力学方程。从这一方程得出结论，电子的固有电磁场对电子的带电粒子的作用可归结为两项。一项相当于电子增加了一份质量，称为“电磁质量”；另一项乃是与电子辐射相联系的“阻力”，称为“辐射阻尼”。这一方程不是像电子论期待的那

样解开原子世界的秘密，而是给物理学带来了两次危机。

第一次危机是“电磁质量”这一范畴带来的。电磁质量不遵循质量守恒定律，从而也不遵循动量守恒定律和能量守恒定律，再加上当时人们误解了放射性等实验事实，从而从另一角度感觉到能量守恒定律不再成立。这一情况使得物理学家们大为震惊，彭加勒惊呼这是“物理学原理的普遍毁灭”！

第二次危机则是“辐射阻尼”这一范畴引起的。与辐射阻尼相关联的是如下结论：

A. 一个带电粒子作加速运动必然发射电磁波。

这一命题可是一场灾难的肇事者！

1911年，卢瑟福通过他的 α 粒子实验，提出了原子的“行星模型”（下面简称“卢瑟福模型”）：原子的中心有一个带正电的“原子核”，它占据原子绝大部分质量和角动量；带负电的电子则沿着特定的轨道绕着它转动。在卢瑟福模型中，绕原子核旋转的电子作加速运动，根据命题A，它们必然因发射电磁波而失去能量，从而离原子核越来越近，最终落在核上。于是卢瑟福模型应该是不稳定的，但实际上原子却极为稳定。

物理学家们把这一矛盾理解为电动力学与卢瑟福模型的矛盾，电动力学是经典物理学的一部分，而卢瑟福模型则是根据 α 粒子散射实验得出的。于是问题归结为经典物理学与实验事实的矛盾。最终，鼎鼎大名的波尔，物理学王国中的亚历山大大帝，一剑砍断了这一形而上学的纽结，宣布：

B. 经典物理学在这里不适用，原子世界有特殊规律！

这一称为“波尔论断”的命题惊天地，泣鬼神。真可谓：“天柱折，地维绝。天倾西北，故日月星辰移焉。”

第一次危机动摇了人们对经典物理学的信念，第二次危机则把经典物理学逐出了原子世界。在这里，人们忘记了如下事实：第一次危机乃是电子论的电子动力学方程推翻了经典物理学的普遍原理，第二次危机则是卢瑟福所发现的新的实验事实否定了这个方程。两次危机的效果刚好相互抵消。唯一留下的结论是：电子论的电子动力学方程既违背了经典物理学的普遍原理，又违背了新的实验事实，从而肯定是一个错误的方程。

电子论解决洛仑兹问题的尝试就这样以她的电子动力学方程带来的两次危机告终。在这以后，电子论退出了物理学的舞台，而洛仑兹问题则完全被人们遗忘了。但是，接踵而来的所谓“量子现象”的一类实验事实正是大自然对洛仑兹问题的回答，而为说明量子现象而建立的理论——量子力学，则

是对这种回答的数学描述，只不过人们仍然按照牛顿力学的物质观来看待这些量子现象，使得这些回答采取极为神秘的形式，并且被当作原子世界的特殊规律与经典物理学相对立。

可以预期：一旦人们掌握了电动力学的物质观，现代物理学将向经典物理学复归。当然，她将带着量子力学的一切积极成果来实现这一复归。

4. 电子无所适从

自从波尔宣布“原子世界有特殊规律”以后，他的这一论断就不断被证实，原因是电子的行为一而再再而三地违反经典物理学的预言。然而这可怪不得电子行为乖谬，怪只怪经典物理学对电子的行为提出了自相矛盾的要求。怎见得呢？让我们先提一个问题：

“如果原子世界没有特殊规律，在卢瑟福模型中，电子到底应该怎样运动？”

按照经典力学，点电荷在外电磁场中的运动满足牛顿第二定律。汤姆逊当年发现电子，即发现阴极射线是电子流时，他默认了一个前提：“电子在外电磁场中的行为和点电荷一样”，即满足牛顿第二定律。不久以后，人们还根据这一前提发现电子的质量与速度之间的相对论关系。由此可见，自从发现电子以来，人们一致认为：如果原子世界没有特殊规律，则电子在外电磁场中的行为和点电荷一样。

量子力学建立以后，人们发现：在普朗克常量趋于零的极限情况下，薛定谔方程蜕化为经典力学的“雅可比方程”。将雅可比方程应用于质点，将得出与牛顿第二定律相同的结论。可见即使在量子力学建立以后，人们仍然默认：如果原子世界没有特殊规律，则电子在外电磁场中的行为和点电荷一样。

根据牛顿第二定律，一个带负电的点电荷在一个质量大得多带正电的点电荷的有心力场中，将作椭圆轨道运动。由此立刻得出结论：

“如果原子世界没有特殊规律，则对于卢瑟福模型来说，电子将绕核作椭圆轨道运动。”

可是，当玻尔提出它的原子理论，并断言原子世界有特殊规律时，他的前提却是：如果原子世界没有特殊规律，则对于卢瑟福模型来说，电子将会因为辐射而落于核。因此，

“如果原子世界没有特殊规律，则对于卢瑟福模型来说，电子将不会绕核作椭圆轨道运动。”

即使电子是一个百依百顺的女孩子，任我们梳妆打扮，她也不可能在卢瑟福模型中既绕核作椭圆轨道运动，又不绕核作椭圆运动。因此，电子将无所适从。她会问：

“你们到底要我怎样运动？”

可是谁也不曾认真回答这一问题，结果是无论电子怎样运动，它都不断地证明原子世界有特殊规律。

就说卢瑟福模型吧，如果电子绕核作椭圆轨道运动，它就违背了经典电动力学，这就表明原子世界有特殊规律；如果电子不绕核作椭圆轨道运动，它就违背了经典力学，这也表明原子世界有特殊规律。

由此可见，波尔论断之所以不断被证实，只不过由于经典物理学自相矛盾。

5. “电磁不可逆性”与“电寂说”

在命题 A 中，“加速运动”与“发射电磁波”这两个用语有一个重要的区别：如果一个物体作加速运动，其“时间反衍”还是该物体作加速运动；但如果一个物体“发射电磁波”，其“时间反衍”却是该物体“吸收电磁波”。因此，如果一个带电粒子作加速运动并且发射电磁波，则其时间反衍将是该粒子作加速运动并且吸收电磁波。按照命题 A，这个时间反衍是不可逆实现的。因此，除了作等速直线运动以外，带电粒子所经历的一切运动都是不可逆的。这是一种深入原子世界的不可逆性，我们不妨称它“电磁不可逆性”。

我们记得，热力学第二定律表达了一种不可逆性：“熵增加原理”。这种仅限于宏观世界的不可逆性给出一种宇宙毁灭的前景——“热寂说”。经过类似的推理，“电磁不可逆性”会给出一种宇宙毁灭的前景，我们不妨称它“电寂说”。如果热寂说还是一种来自遥远将来的威胁，那么，“电寂说”的威胁就迫在眉睫。曹天元对“电寂说”作了颇为形象的描述：

“世界……会在转瞬之间因为原子自身的坍塌而毁于一旦，原子核和电子将不可避免地放出辐射并相互中和，然后把卢瑟福和它的实验室，乃至整个英格兰，整个地球，整个宇宙都变成一团混沌。”

曹天元没有看到的是，这种“电寂说”其实来自经典电动力学的命题 A 和它导出的“电磁不可逆性”，这种宇宙毁灭的前景并不需要“卢瑟福模型”作为佐证。

因此，只要波尔稍微细心一点，他就不该把他的超人的才智用来在卢瑟福模型和麦克斯韦理论之间进行选择，而是用来审查命题 A，把这个命题从经典物理学中清除出去。这样他就不得不稍稍打扫一下物理学这个奥吉亚斯牛圈，稍稍改善一下物理学的环境。不幸的是，这不是波尔的性格，这位物理学的亚历山大大帝正式宣布了经典物理学的死刑，从而把物理学引向了另一方向。

6. 波动方程与因果律

按照经典物理学，在卢瑟福模型中，电子的运动满足麦克斯韦方程，至于它满足该方程的哪一个特解，经典物理学本来就没有规定，只能根据实验事实给出。既然事实证明电子的能量不会流失，麦克斯韦方程是否适用卢瑟福模型的问题就归结为：

该方程有没有这样一个特解，它表示如下过程：一方面，电子持续地沿着轨道旋转，另一方面，原子的能量却不会因此而流失。应用洛伦兹规范，麦克斯韦方程化为一组波动方程，因此麦克斯韦电磁学是否适用卢瑟福模型的问题，就归结为波动方程是否适用卢瑟福模型的问题。这一问题可表述如下：

“应用于卢瑟福模型的波动方程有没有一个特解，使得原子的状态经久不变。”

不幸的是，非常不幸的是，物理学家们在这里误入歧途。卢瑟福模型遇到的问题其实是该模型与命题 A 相矛盾。而命题 A 是从电子论的一个电子动力学方程得出的结论，导出这个方程时曾用到波动方程的推迟解，因此，卢瑟福模型遇到了困难只不过表明：

C. 波动方程的推迟解不适用于卢瑟福模型。

推迟解描述的正是电磁波的发射过程。因此，应用这个电子动力学方程就已经预先假定命题 A 成立，因此命题 A 的推导只不过是一个同语反复而已。问题在于，波尔是通过什么途径从命题 C 得出命题 B 的，即从“波动方程的推迟解不适用于卢瑟福模型”得出“原子世界有特殊规律”的？

前人有关这一问题的叙述是一团乱麻，剪不断，理还乱。我从来没有看到过一本书专门讨论过这一问题，只零星地听到一些有关的只言片语。这里，我把这些只言片语串联一下，整理成一个论据。

人们断言：波动方程有两种特解，一种是推迟解，一种是“超前解”，超前解违背因果律，必须抛弃，于是在因果律成立的前提下，命题 C 意味着波动方程不适用于卢瑟福模型，从而意味着麦克斯韦电磁学不适用于卢瑟福模型。这就从命题 C 得出了命题 B。在这里，使波尔误入歧途的关键论据是：

D. 波动方程的超前解违背因果律。

于是，为了拯救经典物理学，首先必须否定这一命题。

从 1956 年新年起，我对波动方程进行了半年探索，得出的结论之一是，命题 D 不成立，对于一个给定的波动方程，其超前解并不违背因果律，它表示一个特殊的波动过程。在这里，我先通过一个例子阐明这一结论

扔一个石头到平静的池塘里，在池塘的水面激起一个向外发散的波纹，这一过程由一个波动方程，记作 α ，的推迟解来描述的。人们认为，这一过程的时间反演是“石头还没有扔出去水面就已经有了波纹”，这是违背因果律的。这也未免太不动脑筋了，正是这一轻率的、想当然的断言毁了整个经典物理学。

还是让我们细心地考察一下这个“扔一个石头

到平静的池塘里在水面激起波纹”的过程吧。把这一过程记作 I，它的“时间反演”是如下过程：开始时，水面有一个波纹向里会聚，当会聚到波纹中心时，一块石头从水中冒出，飞向那个扔石头的人的手中，在这以后，水面恢复平静。描写这一过程是一个超前解，但不是波动方程 α 的超前解，而是另一波动方程的超前解。波动方程 α 的超前解表示的如下过程：开始时，水面有一个波纹向里会聚，当会聚到波纹中心时，一块石头进入水中，在这以后，水面恢复平静，我们把这一过程记作 II。

过程 II 虽然十分离奇，但并不违背因果律。为了阐明这一点，让我们把表示这一过程的超前解表成两项之和，第一项就是推迟解，表示过程 I；第二项满足一个“齐次波动方程”，描述如下过程：开始时，水面有一个波纹向里会聚，当会聚到波纹中心时，反过来向外发散，把这一过程记作 III。

过程 III 在数学上是最简单的，却难以理解。为了理解这一过程，你可以用脸盆打一盆水，然后敲一下盆边，你将看到一个波纹从脸盆的边缘开始向里会聚的波纹，会聚到脸盆中心以后会反过来向外发散。如果你更细心一点，还会发现，会聚的波纹原来凸出的部分到达中心后，会变成了凹陷的部分，反之亦然。我想这个实验能够使你相信过程 III 也不违背因果律。

过程 II 作为 I 和 III 两个过程的迭加可描写如下：开始时，初始的波纹向里会聚，当会聚到中心时，初始的波纹反过来向外发散，与此同时，一块石头入水激发另一个向外发散的波纹，这两个向外发散的波纹恰好相互抵消，因此，水面平静下来。既然 I 和 III 都不违背因果律，II 作为 I 和 III 的迭加也不违背因果律。因此，对于我们所考察的例子，超前解并不违背因果律。

到现在为止，我们仅仅给出命题 D 的一个“反例”，这对于否定命题 D 已经足够了，但并未一般地证明超前解表示一个特殊的波动过程。前苏联的物理学家富拉索夫写过一本“电动力学”，其中有一道习题，对于给定的非齐次波动方程，推迟解与超前解之差满足对应的齐次波动方程。沿着同样的思路，就不难给出这一证明。

7. 电磁波的发射与吸收

从“石头入水”的例子我们还得出另一结论。

在过程 I 中，石头入水这一事件“发射”了一个波纹；而在过程 II 中，同一事件却“吸收”了一个波纹。一般地说，一个波源按照波动方程的规律激发一个“波场”，这个波场将与原来就在该处的波场相互迭加，如果迭加以后的波的能量比原来的能量更大，波源就是在“发射”能量；如果比原来的能量更小，波源就是在“吸收”能量。将这一结论应

用于电磁波，则表述为：

- E. 一个波源的某种行为到底是发射还是吸收电磁波，不仅取决于波源的行为本身，而且还取决于其周围的环境。

用数学的语言来表达，命题 E 可表成：波源到底是发射还是吸收电磁波，不仅取决于波动方程的“非齐次项”，而且还取决于波动方程的“初始条件”。

回到命题 A。在这里，作加速运动的带电粒子作为波源只能给出波动方程的“非齐次项”，而不能给出波动方程的“初始条件”。根据命题 E，如果作加速运动的带电粒子能发射电磁波，它就同样能吸收电磁波。仅凭这一点，命题 A 就必须修改为：

- F. 一个带电粒子作加速运动必然发射或吸收电磁波。

经过这一修改，“电磁不可逆性”与“电寂说”就都烟消云散，从而卢瑟福模型也不再与电动力学相矛盾，而波尔论断也就失去其原始依据了。

波尔宣判经典物理学死刑，诚然是源于他极端的轻率与偏执的个性，但也不仅如此。爱因斯坦对“波尔论断”也感到不安，但对于卢瑟福模型与经典物理学之间的矛盾，他也束手无策。为什么呢？因为这两位二十世纪的物理学巨头都有一个致命的毛病：大胆有余而细心不足。当接触到物理学最敏感的神经时，他们都醉心于构思最天才、最大胆和最富有锐气的“新颖观念”，却不愿意进行细心的思考与宁静的探索。他们动不动就高谈阔论“因果律”、“时空结构”或“经典物理学”之类的大问题，而实际上真正切题却是一些小问题。对于这些小问题，他们却不屑去思考，这可就误了大事！以卢瑟福模型遇到的困难为例，在这里困扰他们的问题只有把命题 A 修改成命题 F 才能解决。而这一修改只有否定了命题 D 才能实现。要证明命题 D 不成立，除了不厌其烦地解波动方程，别无他法。而波动方程的求解却是一个登不了大雅之堂的小问题。在他们看来，要他们做这种小事无异杀鸡用牛刀。于是他们对这些小事不理不睬。“上有所好，下必甚焉！”其他物理学家就更不关心这种小事了。以至于不论谁有一个小小的疏忽，一代又一代物理学家就没有一个人肯屈尊去纠正，这一领域里的奥吉亚斯牛圈就是这样形成的。

我们看到，波动方程的推迟解和超前解之间的区别仅仅是初始条件的不同，并不涉及“因果律”这样高深的哲理。我们还看到：波动方程的解对初始条件的依赖是极为敏感的。由于推迟解只是波动方程无穷多个特解中的一个，它对初始条件的要求极为苛刻，因此推迟解在诸特解中并没有特别优越的地位。对于宏观过程，我们原则上可以创造适当的条件，使得推迟解得以实现。而对于微观过程，

初始条件不能人为地“创造”，取而代之的是“自然边界条件”。这时再胡里胡涂应用推迟解，就难免得出与实验事实不符的结论，从而引出怪诞的“新颖观念”。

8. 电动力学中的“物体”

当人们塑造原子模型时，遇到了两个至今人们还没有明确意识到的障碍。

牛顿力学的基本方程是牛顿三定律，质点、刚体、弹性体和理想流体则是其“物体”的模型。电动力学的基本方程是麦克斯韦方程和洛仑兹力方程，其“物体”的模型是什么呢？有人说是连续的电磁场，这个回答似乎不能令人满意：“物体”似乎应该是某种分布在有限空间并且具有相对稳定性的东西，而按照麦克斯韦方程，分布在有限空间的电磁场如果没有带电的实物相伴，将会以光速四面飞散，一瞬间就会无影无踪。因此，电动力学中的“物体”应该是电磁场与带电的实物的统一体，问题在于这种统一体怎样才能形成一个相对稳定的“物体”。

当我们从宏观电动力学向微观电动力学过渡时，必须摆脱某些根深蒂固的思维习惯，例如，一个宏观的偶极子作电磁震荡时，不言而喻地有某种外部能源向它源源不断地供给能量，只有这样它才能连续不断地发射电磁波。但对于一个原子，我们应该随时记住它们是没有外部能源的。还有，对于宏观的带电粒子我们可以任意加上某种约束条件，我们可以让它被关在某一空间范围内，可以让它限制在某一曲面或某一曲线上运动。但对于原子，我们却不能想象给它赋予这样的约束，当年的汤姆逊塑造他的原子模型时，似乎就没有考虑到这一点。

为了摆脱“外部能源”和“约束”这样的“思维定势”，让我们考察一个宏观电动力学中的例题。

设想由两个金属小球，一个带正电，另一个带相等的负电（下面分别称为正电小球和负电小球），用一根很轻的小棍连接着，形成一个有固定电矩的“电偶极子”。固定正电小球，让负电小球以某一角速度绕它旋转。按照麦克斯韦方程的推迟解，这个旋转着的电偶极子将发射一个向外发散的球面电磁波。我们将这一过程记作 I。

发射电磁波将带走能量，为了维持偶极子以恒定的角速度旋转，必须由外部能源向它源源不断地供给能量。我们假定这个能源是一个下降的重物，它通过一个机械装置推动偶极子旋转。这是一个恒定的发射过程。

把这一过程拍成电影，然后倒过来放映，银幕上的过程将是过程 I 的时间反演。它可描述如下：

一个球面电磁波从无穷远向旋转着的偶极子会聚；偶极子不断吸收着向它会聚的电磁波，并且通

过机械装置推动重物上升。这是一个恒定的吸收过程。这一过程中的偶极子的旋转方向与过程 I 的相反，我们把这一过程记作 II，它是波动方程的超前解，但它是另一个波动方程的超前解，因为其中的偶极子的旋转方向与过程 I 的相反。如果在银幕前置一面镜子，则过程 II 在镜中的过程也是一个恒定的吸收过程，而且其中的偶极子的旋转方向与过程 I 的相同，从而是原来的波动方程的超前解，我们把这一过程记作 III。

过程 III 在技术上是不能实现的，因为我们不能在实验室造成一个向里会聚的球面电磁波，再说，机械装置的摩擦和空气阻尼也会是重物的下降过程变成不可逆的。因此 II 只是一个理想过程。但它是一个满足麦克斯韦方程的理想过程。

推迟解与超前解的算术平均值也是麦克斯韦方程的一个解，它在所谓“波场区”表示一个球面驻波场，我们称它“驻波解”。它描写如下过程：旋转着的偶极子既发射又吸收，发射与吸收达到平衡，形成驻波。重物在既不上升也不下降，于是重物连同传动的机械装置不再起作用。在这一过程中去掉重物与机械装置，就剩下偶极子与自身的驻波场在相互作用中永恒地旋转。

在偶极子旋转时，由于向心力的反作用，小棍受到一个拉力；由于两个小球的库仑吸引，小棍由受到一个压力。当旋转的角速度适中时，拉力与压力达到平衡，小棍就不再起作用。如果正电小球的质量远比负电小球的质量大。则在我们去掉小棍，并解除对正电小球的约束以后，它照样静止，负电小球照样以原来的角速度绕它旋转。

我们把这样一个旋转着的偶极子称为“自旋子”。它既摆脱了外部能源，又摆脱了约束，这是从宏观电动力学向微观电动力学过渡的关键的一步。

自旋子可分为两个部分，其一是两个带电小球和邻近的库伦场，我们称为“粒子”；其二是波场区的驻波场，我们称为“波包”。这两个组成部分显然不可能分割开来。

9. 卢瑟福模型的新形式

将自旋子中的正电小球换成一个质子，负电小球换成一个电子，则自旋子就成了一个氢原子的模型，这是一个满足经典电动力学的氢原子模型，它是一个粒子与一个波包的统一体。

我们看到，关于电子在原子中的行为有三种意见：首先的电子论的意见，电子在原子中绕核旋转时，只能发射，不能吸收，因此电子将因发射而落于核。这一结论与事实不符。其次是玻尔的意见，电子在原子中绕核旋转时，既不发射，也不吸收，这一结论不对应麦克斯韦方程的任何解，因而违背经典电动力学。最后是我们的意见，电子在原子中

绕核旋转时，既发射，又吸收，发射与吸收达到平衡，形成驻波，这一结论既不违背原子经久不变的事实，又满足麦克斯韦方程。

或许有人会质疑波动方程的驻波解的现实性：这个解有半个超前解，超前解在技术上是不能实现的，而我们却不能制备一个向里汇聚的电磁波。因此，驻波解也不能实现。这种疑问来自如下想法：如果一个静止的原子有一个驻波场的话，那就是这样形成的：原子先激发向外发散的波，然后再遇上一个向里汇聚的波并与它迭加成为驻波。对于这种形成过程，自然要问向里汇聚的波是从哪儿来的。但一个静止的原子满可以一开始就激发一个球面驻波，就像一个点电荷一开始就激发一个静电场一样。这样，就没有理由再怀疑驻波解的现实性了。

当物体处于平衡状态时，其发射与吸收必须达到平衡这一观点，可以追溯到古希腊的伊壁鸠鲁。他说过：“从物的表面放出一股连续不断的流，而这股流是感觉所不能察觉到的，这是因为有逆向的补充，因为物体本身依然保持充盈，这种补充使得固体中的原子的排列和位置长久地保持着。”诚然，我们不能说伊壁鸠鲁的连续不断的流就是现代物理学中的电磁波，再说，伊壁鸠鲁所说的“长久地保持着”是原子的排列和位置，而不是原子的内部运动。但有一点是肯定的：伊壁鸠鲁用“逆向的补充”来消除“从物的表面放出一股连续不断的流”与“物体本身依然保持充盈”之间的矛盾，这一基本思路和我们是一致的。谁也不会否认大量原子组成的物质处于平衡状态时，其发射与吸收必须达到平衡。但玻尔之所以断言原子世界有特殊规律，则是因为他没有认识到单个原子处于平衡状态时，其发射与吸收也必须达到平衡。

综上所述，卢瑟福模型与经典物理学确实有矛盾，但与卢瑟福模型相矛盾的并不是经典物理学的基本原理，而是经典物理学中的某些个别的错误结论。因此，如果把经典物理学理解为其基本原理与其正确的推论，则卢瑟福模型正是经典物理学中的典型的“电动力学的物体”，而波尔理论则是经典物理学的一个组成部分。

Atom model and Classical Physics

Abstract: It is proved that classical physics is suitable for Rutherford model. According to classical physics, in Rutherford model, an electron motion satisfies Maxwell equation, as for which a special solution of this equation is suitable, classical physics had no provisions. This answer can only be given based on experimental facts. Since the state of the atom has proved enduring. The problem of the applicability of Maxwell equation for Rutherford model comes down to that: “whether or not the wave equation applied to

Rutherford model have a particular solution, making the enduring state of the atom.” The arithmetic mean of the postponing solution and leading solution is also a solution of the wave equation. This solution describes the following process: an electron rotating around the nuclear both emits and absorbs, the emission and absorption balance, forming a standing wave. This particular solution is in line with the fact of

atomic enduring. As a result, the Bohr thesis that there are special laws in atom world is not established.

Keywords: Rutherford model; Bohr thesis; classical physical; Newtonian mechanics; electrodynamics; electron school; Lorentz problem; electromagnetic irreversibility; wave equation; postponing solution and leading solution

2/11/2012