

## 光电效应与麦克斯韦电磁学（二评量子物理学）

谭天荣

青岛大学 物理系 青岛 266071

[ttr359@126.com](mailto:ttr359@126.com)Recommended by Zhang Dongsheng, [zhangds12@hotmail.com](mailto:zhangds12@hotmail.com)

**内容摘要：**本文证明：爱因斯坦的光子论不能说明光电效应。因为按照光子论，光电效应是静止电子与光子的非弹性碰撞。按照这种机制，电子在吸收光子的能量的同时，也会吸收光子的动量，一个静止电子在吸收了光子的动量以后，应该沿光的传播方向运动。因此在光电效应的实验中，光电子的运动方向应该与入射光的传播方向一致，但在光电效应的实验中，光电子的运动方向与光的传播方向几乎是相反的。因此，光子论为光电效应所设想的机制违背了动量守恒定律。第二，光电效应可以通过麦克斯韦理论说明如下：电子有一个自身的固有电磁场，而光波则是另一个电磁场。当电子进入光波中之后，这两个电磁场的因相互迭加而场能突变，这个场能的改变量立刻转化为电子的动能，就像落体进入重力场以后落体的势能立刻转化为落体的动能一样。金属中的静止电子进入光波以后，将经历一个吸收一份光波并从静止转向运动状态的过程，如果该电子立刻作脱出功并离开金属，那就是光电效应。如果它接着又离开光波则将经历一个与进入光波相反的过程，从而再次改变运动状态并发射一份光波，这就是康普顿效应。

[谭天荣. 光电效应与麦克斯韦电磁学（二评量子物理学）. Academia Arena, 2012:4(3):8-15] (ISSN 1553-992X). <http://www.sciencepub.net>. 2

**关键词：**光电效应；爱因斯坦；光子论；光的波动说；电动力学；落体运动；势能；迭加场能；洛伦兹问题；康普顿效应

## 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。

关于光电效应，曹天元写道：

“对于可怜的物理学家们来说，万事总是不遂他们的愿。好不容易有了一个基本上完美的理论，实验总是要搞出一些怪事来搅乱人们的好梦。这个该死的光电效应正是一个丧气和扫兴的东西。高雅而尊贵的麦克斯韦理论在这个小泥塘前面大大地犯难，如何跨越过去而不弄脏自己那华丽的衣裳，着实是一桩伤脑筋的事情。”

那么，该死的光电效应是怎么令物理学家们丧气和扫兴的呢？

## 2 咄咄怪事

实验证明，当光照射金属表面时，会从它的表面打出电子来。这就是“光电效应”，被光打出的电

子称为“光电子”，光电效应具有如下基本性质：

第一，对于某种特定的金属来说，是否有光电子逸出只与光的频率有关。频率高的光线能打出能量较高的光电子。

第二，照射金属的光越强，能打出的光电子越多。

第三，光照射金属表面时，立刻有光电子逸出，没有时间延迟。

人们认为，光的波动说不能解释光电效应，怎见得呢？大学物理教程是这样描写的：按照光的波动说，光照射金属表面时，金属中的自由电子进入光波，于是电子在光波作用下强迫振动，当电子的振动能积累到一定程度时，就逸出金属表面成为光电子，这就是光电效应。按照这种机制，光电子的动能取决于光的强度，与光的频率无关。而且电子的振动能的积累要一定时间，因此，从光开始照射到光电子逸出，应有“时间延迟”。而这些结论都与实验事实不符。

于是曹天元称光电效应为“咄咄怪事”，并且还

说：

“然而，更加不幸的是，人们总是小看眼前的困难。有着洁癖的物理学家们还在苦思冥想怎样可以把光电现象融入麦克斯韦理论之中而不去损害它的完美，它们却不知道这件事情比它们想象的要严重得多。很快人们就会发现，这根本不是袍子干净不干净的问题，这是一个牵涉到整个物理体系基础的根本性困难。对于这一点，没有最天才、最大胆和最富有锐气的眼光，是无法看出来的。”

谁具有最天才、最大胆和最富有锐气的眼光呢？曹天元说的是爱因斯坦。1905年，这位天才在《关于光的产生和转化的一个启发性观点》一文中，大胆地提出了“光量子”假说：量子概念不只是在光波的发射和吸收时才有意义，光波本身就是由一个个不连续的、不可分割的“光量子”所组成的，他还利用普朗克的能量量子化公式给出了光量子的能量和动量表达式。爱因斯坦的光量子现在称为“光子”，而他的光量子假说现在称为“光子论”。

人们普遍认为：爱因斯坦的光子论是物理学上的划时代的建树，它成功地解释了经典电磁场理论无法解释的光电效应，首先揭示微观世界的“波粒二象性”，为量子力学奠定了基础。爱因斯坦在1921年获诺贝尔物理学奖是因为他的这一光子论而不是因为他的相对论。到了晚年，爱因斯坦自己也认为光量子概念是他一生中所发现的最具革命性的思想。

然而，本文却试图证明：

第一，爱因斯坦的光子论不能说明光电效应。

第二，“光电现象”可以融入麦克斯韦理论之中，但为此而需要的不是“最天才、最大胆和最富有锐气的眼光”，而是一个平常人的心态；不是蓬勃的革命激情，而是细心的思考与宁静的探索。

### 3 光子论——天才的失误

我丝毫不想贬低爱因斯坦对物理学的贡献，但我不能不指出：他的光子论有一个极为初等的错误。在这里，我将从各种角度指出这一错误。

按照光子论，光电效应是如下过程：光波同时又是一束称为“光子”的粒子，频率为 $\nu$ 的光波，其光子具有能量 $h\nu$ ，其中 $h$ 是普朗克常量。当光照射金属表面时，如果在金属中静止的电子吸收了光子，则将获得光子的能量，并将这一能量转化为自身的动能，从而离开金属。在逸出金属表面的过程中经过金属的表面层时将作“脱出功” $W$ 。于是，只有当 $h\nu > W$ 时，该电子才能离开金属，成为光电子，其动能等于 $h\nu$ 与 $W$ 之差。

这里有一个细节要弄清楚：光电子是“先吸收光子再作脱出功”还是“一面吸收光子一面作脱出

功”。实验证明，对于给定的金属，每个光电子所作的脱出功是一样的，从而只有频率大于某一下限（或“阈值”）的光才能从该金属击出电子。光电子只有先吸收光子再作脱出功，才能出现这种情况。因此，光电效应可以分解为两步：

第一步，在金属中静止的电子吸收了一个光子，从而获得动能 $h\nu$ 。

第二步，吸收了光子的电子离开金属表面，作脱出功 $W$ ，从而其动能从 $h\nu$ 变成 $h\nu - W$ 。

光子论的问题出在上面的第一步，我提出了四个论据证明这一步是不能实现的。

论据 1：如果按照光子论把光电效应理解为静止电子与光子的非弹性碰撞，那么，电子在吸收光子的能量的同时，也会吸收光子的动量，一个静止电子在吸收了光子的动量以后，应该沿光的传播方向运动。因此在光电效应的实验中，光电子的运动方向应该与入射光的传播方向一致，但在光电效应的实验中，光电子的运动方向与光的传播方向几乎是相反的。因此，光子论为光电效应所设想的机制违背了动量守恒定律。

论据 2：按照光子论，对于地球这一参照系，光电效应是如下过程：电子原来是静止的，由于吸收了一个光子，转入某一等速直线运动状态。这一过程满足能量守恒定律。但存在另一参照系，对于它该过程却具有如下效果：电子原来处于等速直线运动状态，吸收光子以后，反而转入静止状态。这样，电子吸收了一个光子，反而失去了动能，这就违反了能量守恒定律了。

根据相对论，“能量守恒定律”与“动量守恒定律”是一个整体，称为“能量动量守恒定律”。按照光子论，虽然对于地球这一参照系，光电效应过程满足能量守恒定律，但对另一参照系却不满足。这样，对于地球这一参照系，该过程肯定不遵守“动量守恒定律”。因此，论据 2 与论据 1 其实是同一论据的两种表现方式。这个论据就是：光子论为光电效应所设想的机制违背了物理学的一个最基本的原理——能量动量守恒定律。

论据 3：在爱因斯坦的“相对论”中，“相对”与“绝对”具有如下特殊含义：对一切参照系都成立的性质称为“绝对的”，仅对某一参照系成立而对其他参照系却不成立的性质称为“相对的”。按照这种含义，如果对于某一参照系，一个物体经历了一个吸收（发射）过程，则对于其它参照系，该物体所经历的也是一个吸收（发射）过程，因此，“吸收”与“发射”的对立是绝对的。反之，如果对于某一参照系，一个物体经历了一个加速过程，则对于另一参照系，该物体所经历的可能是个减速过程，因此，“加速”与“减速”的对立是相对的。由此我

们得出结论：一个物体不可能仅仅靠吸收来加速（也不可能以减速为代价来辐射）。这个命题也可以表成：“如果一个物体在一个吸收过程中被加速，则该过程除了吸收和加速之外，一定还有第三种效果。”

根据爱因斯坦的光电效应公式，电子吸收光子的过程乃是电子经历一个吸收并且加速却并不引起第三种效果的过程，这就与相对论相矛盾了。

论据 4：根据相对论，如果一个电子吸收了一个光子，则它的静止质量一定会增加，从而不再是电子。可是在光电效应中，电子被光波打出金属表面以后，仍然还是电子。或许有人问：按照波尔的原子理论，原子中的电子可以吸收一个光子，并且从一个稳定轨道跃迁至另一稳定轨道。电子的静止质量为什么没有因此而改变呢？在原子中，吸收光波只会改变原子的静止质量却不会改变电子的静止质量。因此，这一过程吸收光波的是原子而不是电子。

因此，光子论为光电效应所设想的机制不仅与实验事实不符，而且明显地违背相对论，而相对论正是爱因斯坦自己建立的。爱因斯坦确实是当之无愧的物理学天才，而光子论，则是这位天才的失误。这一失误充分说明，爱因斯坦对于他创建的相对论极度缺乏感性认识。尽管相对论是一个他自己建立的王国。但相对论对于他来说始终是一个神秘莫测的王国。

#### 4 落体运动与光电效应

为了“把光电现象融入麦克斯韦理论之中”，首先必须否定前人的“光的波动说不能说明光电效应”的论断。这远不是一件令人开心的差事，因为前人的有关论据实在错误百出，惨不忍睹。

就说“电子在光波作用下作强迫振动”吧，简直错得离谱！要一个电子作强迫振动，必须有某种“恢复力”，这种恢复力是一种电子之外的力场，而“自由电子”之所以是自由电子，就是因为他不处在外力场中。再说，就算电子在光波作用下会作强迫振动，它的频率多大，振幅多大呢？按照强迫振动的定义，其频率是光的频率，从而其振幅小于光的波长（否则电子的速度将超过光速），这么急促而微小的振动，连仪器都观测不到，怎能使电子离开金属表面呢？总之，前人只要稍稍思考一下，就决不会提出像这样的令人啼笑皆非的论据。

不幸的是，诸如此类的错误命题在物理学的各个领域比比皆是。今天，物理学积累的错误的已经成了人类思想领域中的奥吉亚斯牛圈。我远没有清理这个牛圈的雄心壮志，只有对于导致物理学重大失误的关键性错误，例如像爱因斯坦的光子论那样的错误，我才不得已地给以必要的清理打扫。

美国物理学家大卫·波姆在《量子理论》一书

中对“光的波动说不能说明光电效应”这一论断提出了另一种论据。他不是诉诸某种特殊的机制而是诉诸经典物理学的普遍原理，为此，他着重考察光电效应没有明显的时间延迟这一实验事实，在考察了各种可能性之后，玻姆得出结论：

A. 用能量从辐射场向物质逐渐转移过程来解释光电效应的所有努力都失败了。

我不在这里一一反驳玻姆的各种论据。只想指出一点：命题 A 中的“辐射场”是“场”的一种特殊形式，而“物质”则是指某种“实物”。问题在于，对于经典物理学，“场”与“实物”的相互作用是不是总有时间延迟。我们不妨考虑一个最熟悉的例子：“重力场”是“场”的一种特殊形式，而“落体”则是某种“实物”，对于落体运动，自由落体进入重力场就立刻下落，并没有时间延迟。借问波姆，如果你用能量从“重力场”向“落体”逐渐转移过程来解释落体运动，你能不失败吗？

那么，在落体运动中，重力场的能量是怎样转移给落体的呢？

中学的物理教程对这一问题的回答是：重力场的能量是“势能”，落体的能量是动能，落体进入重力场中以后，立刻开始了从势能转化为动能的过程，这就是重力场的能量转移给落体的过程。

可是，什么是“势能”？它从何而来？储存在什么地方？怎样转移到落体？等等，等等……从中学到大学，我一直为这些问题而苦恼。学过电动力学之后，我总算得到了一个令自己满意的回答。

电动力学研究的是电磁场而不是重力场，电磁场的能量是“场能”，但电动力学中的“静电学”中也有“势能”这一概念，这就为认清“势能”与“场能”之间的关系打开了一个小窗户。

为了阐明我对“势能”这一概念的理解，首先引进一个用语：设有两个场组成一个系统，当这两个场相互分离时，系统的场能是这两个场各自的场能之和；而在两个场相遇并相互迭加，形成一个统一的场之后，系统的场能是这个统一的场的场能。在这两个场从“相互分离”的状态过渡到“相互迭加”的状态的过程中，系统的场能将会改变，我把这个“场能的改变量”称为这两个场的“迭加场能”。

按照静电学，静止的电荷将激发一个静电场。考虑由两个静止的点电荷组成的系统，当两个点电荷远离时，它们各自激发一个静电场；当它们靠近时，两个静电场迭加起来合成为一个。我作了一个推导，证明在这一“两个点电荷相互靠近”的过程中这两个静电场的“迭加场能”，就是这两个点电荷的“相对势能”。如果两个点电荷都是正的或者都是负的，则过程中系统的静电场能会增加，这时势能是正的；反之，如果两个点电荷一正一负，则过程



中系统的静电场能会减少，这时势能是负的。

我是在大学三年级的时候给出这一推导的，其关键的一步是通过已知的静电场的“场强”的表达式，用积分算出相隔一定距离的两个点电荷的静电场能，这是一道不难不易的计算题。当我算出这一结果时，兴奋得一夜未眠，我可知道“势能”是怎么回事了！然而当我试图与我对同学们分享我的快乐时，却完全意外地遭到冷遇，他们异口同声地说：“这有什么意义！”

从那时起，我隐约感到，我的同学们对物理世界的理解和我大不一样。我理解的物理世界总是带着感性的微笑每日每时地向我招手。而他们却把物理世界看作一个神秘莫测的“奇迹王国”，这个王国的状况越是稀奇古怪、匪夷所思，他们就越是感到亲切和欣喜。反之，对我所理解的感性的物理世界，他们总是怀着莫名其妙的敌意。

回到落体问题，有了“迭加场能”的概念，重力场向落体转移能量的机制可描述如下：

- B. 地球有一个引力场，即重力场，落体也有一个引力场。在落体进入重力场以后，这两个引力场相遇，其迭加场能就是“落体的势能”。当一个物体成为自由落体时，这个势能就立刻转化为落体的动能。这样，落体的势能转化为动能的过程，就是“重力场的能量转移给落体”的过程。

有了对“落体运动”的上述感性认识，当我在课堂上听到老师讲到“光电效应”时，立刻领悟到它是怎么回事：

- C. 电子有一个“固有电磁场”，而光波则是另一个电磁场，当电子进入光波以后，这两个电磁场的“迭加场能”立刻转化为电子的动能，就像落体进入重力场以后落体的势能立刻转化为落体的动能一样。这就是在光电效应中，光波向自由电子转移能量的机制。

根据这种机制，当时（那年我 19 岁）我就知道光电效应为什么没有时间延迟，至于光电效应的其他性质，我过了一段时间才弄清楚。

在某种意义上，“经典物理学”起始于落体运动，而终结于光电效应。从命题 B 和命题 C 我们看到，“经典物理学”的起点与终点竟然都是关于“迭加场能”的问题，真可谓“成也迭加场能，败也迭加场能”！

如果说“光子论”源于“最天才、最大胆、最

富有锐气的眼光”；那么，“迭加场能”的概念就来自细心的思考与宁静的探索。光子论早已名扬天下，而“迭加场能”却恐怕永远也登不了大雅之堂。为什么会这样呢？记得一位哲人遇到类似的情况时，埋怨他所处的那个“充满卑鄙的成见与狡猾的妄想的时代”，而我更愿意把这种现象的根源归结为人的天性：至少在物理学领域里，怪诞的“新颖观念”总比平淡的逻辑推理更受欢迎！

如果说通过命题 B 我们对落体运动并没有进一步的认识，那么命题 C 就为说明光电效应铺平了锦绣前程。但在此之前我们还应对电子有某些新的认识。

## 5 怪异的电子

今天，人们非常熟悉“电子”这一用语：要看时间，手上带着电子表，墙上挂着电子钟；要看书，电子版各种书籍应有尽有，可以打开电子计算机在网上在线阅读，也可以下载下来慢慢看；要写信，可以写电子邮件，通过电子信箱投递，快的几乎没有时间延迟；要开车，驾驶台前电子仪表琳琅满目；要给孩子买生日礼物，超市的电子玩具目不暇接……。一言以蔽之，现代生活的任何一个环节似乎都少不了某种以“电子”命名的玩意。

然而，只有少数人才关心电子到底是一个什么东西，也只有少数人才知道，电子的行为十分出人意料，使人们绞尽脑汁。

早在上世纪的二十年代，物理学家们就为了研究电子的行为建立了一个新的分支——量子力学，但这个量子力学却极为艰深难懂。对此，许多物理学家直言不讳。例如，美国物理学家费曼曾说：“没有人能理解量子力学。”前苏联物理学家兰道也说：“量子力学永远不可能被‘理解’，你们只须去习惯它。”或许，任何一门新的学科对于初学者都是困难的，但是量子力学的困难却不同一般，量子力学王国里的国王波尔曾说：“如果一个人说他可以思考量子力学而不会感到迷惑，这只不过说明他一点也不懂量子力学。”

在量子力学中，电子是一个幽灵，美国物理学家马根瑙是这样说的：“一个电子是一个抽象的事物，它不能使用日常经验所熟悉的样子去直觉地理解，而是要运用数学算符、可观察量和态等形式上的步骤去确定的。”

为什么前人把电子说得这样“邪乎”呢？我的回答是，由于一系列大大小小的错误，其中一小部分是来自“最天才、最大胆、最富有锐气的”重大失足，而大部分则是源于多如牛毛、驳不胜驳的小小的疏忽，所有这些错误归根结底是由于一个原因：物理学家们忘记了电子有一个“固有电磁场”。诚然，

电子不同于我们日常经验所熟悉的物体，但它决不只是一个“抽象的事物”，而是一个活蹦乱跳的、实实在在的小家伙。在这里，我们从电子的两个显而易见的性质出发，应用麦克斯韦电磁学的已知规律，导出电子的某些虽然新奇但并不古怪的特征。

第一，根据牛顿力学，一个物体（例如，一个带电刚球，或更复杂的带电系统）可以有固定的质量，固定的形状，甚至可以有固定的转动惯量（相对于质心的），但不可能有固定的角动量。因为物体的角动量在外部作用下是可变的。如果一个物体在外部作用下获得了某一角动量，则当外部作用停止时，它就随遇而安地保持这一角动量。因此物体可以取任意角动量，它对哪一个角动量也不偏爱。

然而大家都知道，电子却有它所偏爱的自旋角动量，在各种外部条件下电子总能保持自己的角动量不变。这一事实表明：电子有一种“内在的自我调节机制”，既然是调节，当然是有弹性的，电子的角动量并不是绝对不变，只不过当它在外部作用下有所改变时，电子总能自动地迅速恢复到它所偏爱的角动量。

德国生物学家恩斯特·海克尔早就说过，原子是具有“意识”的，他的意思正是说，原子有“内在的自我调节机制”。但“意识”这一用语似乎还是有一点词不达意，原子与其说是“有意识的”，倒不如说是“自动的”。

第二，电子的状态是“经久不变”的：一个电子今天是电子，明天它还是电子，不论过多久它还是电子。从牛顿力学的角度来看，这一事实似乎是不言而喻的，而从电动力学的角度来看，这里面可就大有玄机了。

“不变”意味着电子内部达到了“平衡”，而“持久不变”则意味着这种平衡是极为“稳定的”。问题在于：在电子内部到底达到了什么样的平衡？又怎样维持稳定？

考虑到电子有一个“固有电磁场”，我们可以把电子看作是一个带电粒子与一个电磁场的复合体。为了言简意赅，我把电子的“带电粒子”称为“粒子”，把电子的“固有电磁场”称为“波包”。根据电动力学，这两部分处于经常的相互作用之中，而电子内部达到的平衡就是其“粒子”与“波包”之间的平衡。这种平衡是双重的：一方面，波包以“洛仑兹力”四面八方作用于粒子，但其合力必须为零，从而波包既不会推动也不会阻滞粒子，这是一种“力学的平衡”。因为有力学的平衡，粒子不受外力作用时，其整体运动是等速直线运动；更一般地，在外电磁场中，粒子将像一个“点电荷”或“带电刚体”一样运动。另一方面，电子有电荷，根据麦克斯韦方程，“粒子”作为电荷的负荷者必然不断激发电磁

场。但这种激发过程必须既不会改变粒子的状态，也不会改变波包的状态，这是一种“电学的平衡”。因为有电学的平衡，静止电子的“波包”只能是一种“静止的波”，即只能是一种“驻波”。我把电子内部的“力学的平衡”与“电学的平衡”两者之合，总称为“电动平衡”。而电子的“内在的自我调节机制”，则负责维持这种电动平衡的稳定性。

如果电子处于永恒的电动平衡状态，则除了它有固定的角动量和固定的磁矩之类的特征以外，与牛顿力学意义下的“物体”无异。然而事实并非如此，在不同的外部条件下电子的电动平衡状态是不同的，当外部条件突然改变时，电子不得不从一种电动平衡状态过渡到另一种电动平衡状态。这种过程的前一半是破坏原来的电动平衡，后一半则是建立新的电动平衡。这就表明，电子的电动平衡虽然由于电子有内在的自我调节机制而极为稳定，但也不是永恒不变的。

如果在某一过程中，电子始终保持最初的电动平衡状态，则从微观的角度来看，该过程是一个连续过程。反之，如果电子经历了一个从一种电动平衡状态到另一种电动平衡状态的过渡阶段，那么该电子就经历了一次所谓“量子跃迁”。只有从比“微观”更深层次的角度来看，“量子跃迁”才是一个连续过程。

由此可见，电动力学意义下的“物体”与牛顿力学意义下的“物体”有完全不同的含义：牛顿力学意义下的“物体”是僵死的、被动的、只能受外力推动的“物体”；而电动力学意义下的“物体”则是有着内部的、必然的、自己的运动的一种新型“物体”。

上面，我们列举了电子的某些特征。尽管挂一漏万，还是能看出电子的行为极为奇特。但同时我们也看到，电子的形象依然是直观的，电子的行为依然是因果的、决定论的。或许，对于习惯了牛顿力学思想方法的初学者来说，电子的行为有些“高深莫测”，但决不是“匪夷所思”的！

考虑到电子有一个固有电磁场，电子在给定的外部条件下将会怎样运动呢？首先考虑这一问题的是以洛伦兹为代表的“电子论学派”，我们称它为“洛伦兹问题”。由于没有考虑到电子是一个有着内部的、必然的、自己的运动的一种新型物体，没有考虑到电子有一种内部的自我调节机制，电子论解决洛伦兹问题的尝试失败了。但我们即将陆续看到：所谓“量子现象”正是大自然对洛伦兹问题的回答，而量子力学，则是这种回答的数学表述。

## 6 对光电效应的再考察

回到光电效应。

曹天元说光电效应是“无法用电磁理论说通的现象”，是“光子论”的一门重炮。而我将在这里证明，光电效应是一种与电子的固有电磁场相关的电磁现象，是电子在某种特殊的外部条件下的行为，从而是大自然对洛仑兹问题的回答。

当电子从真空进入光波时，由于外部条件突然改变，电子原有的电动平衡遭到破坏，这时电子内部的自我调节机制将使自己迅速达到新的电动平衡。于是，电子进入光波以后将经历一个从“真空中的电动平衡”过渡到“光波中的电动平衡”的过程，我称这一过程为“入光过程”。这是一个怎样的过程呢？

根据力学原理，进入光波电子将在光波的电场作用下振动，虽然由于没有平衡位置与恢复力，这种振动的中心位置是移动的，其振幅也小得不能为宏观仪器所察觉，但仍然还是“振动”。此外，电子有磁矩，因此它还会在光波的磁力作用下以交变的角速度“进动”。我把这种振动和进动统称为粒子的“光致运动”，光致运动将使粒子激发一个附加的电磁场，我称它“光致波包”。于是，电子在真空中只有两种运动：内部运动与整体运动；而电子在光波中却有三种运动：内部运动、光致运动与整体运动。

在入光过程中，电子将产生“光致运动”，并且激发“光致波包”，为此，电子将从光波中吸收一份能量，换句话说，将吸收一份光波。这份光波是入射光波的一部分，从而是一份有限的单色平面光波，由于有限，单色只是近似的。在某些情况下，这份光波相当于一个爱因斯坦所说的“光子”，但这个作为单色平面光波的“光子”，已经是麦克斯韦电磁学家族中的一个成员。

当电子进入光波以后，将经历电子的固有电磁场与光波相互迭加的过程，但对于不同频率的两个交变电场，其迭加场能的平均值为零。只有电子的“光致波包”才与光波具有相同频率，从而会产生不为零的迭加场能。在入光过程中，电子与光波的这一“迭加场能”将转化为电子的整体运动的能量，从而使得电子作为一个整体，从一种等速直线运动状态过渡到另一种等速直线运动状态。

我曾经把历时足够短促的现实过程称为“实际跳跃”，把完全不经历时间的抽象过程称为“理想跳跃”。“入光过程”本是一次“实际跳跃”，但在这里让我们把它抽象为一次“理想跳跃”，这意味着我们只考虑过程的最终效果而不考虑过程的中间阶段。如果电子的“初态”是静止的，则该过程有如下三个效果：

第一，电子作为一个整体从静止状态转入等速直线运动状态；

第二，电子从入射光中吸收一份光波，这是一份单色平面波；

第三，电子从真空中的电动平衡过渡到光波中的电动平衡。

如果金属中的静止电子完成入光过程就作脱出功并离开金属，那就是光电效应。这种机制可以说明光电效应的基本性质：

首先，入光过程极为短促，因此光电效应没有明显的时间延迟；

其次，光越强，入光过程就越短促，从而就有越多的电子在两次与晶格碰撞的“自由程”内完成入光过程，成为光电子，因此光电子的数量依赖于入射光的强度。

最后，电子在入光过程中所获得的动能取决于电子与光波的迭加场能，这个迭加场能决定于电子进入光波以后的光致运动，这个光致运动决定于光的频率而与光的强度无关。于是电子在入光过程中所获得的动能决定于入射光的频率而与其强度无关。

爱因斯坦的“光子论”乃是用牛顿力学的观点来处理洛仑兹问题的典型例子。这位物理学中的“革命家”忘记了电子自身有一个“固有电磁场”，更不曾想到这个电子的固有电磁场与光波相遇会出现什么事情，却把电子与光波的相互作用理解为两个牛顿力学的粒子之间的“碰撞”。

如果把光电效应分为两步，第一步是电子与光的相互作用，第二步是作脱出功。则“入光过程”是其中的第一步，在这一过程的三个效果中，“光子论”仅表现了其中的前两个，而抹煞了“第三个效果”，因此违背了能量动量守恒定律。

行文至此，说几句题外的话。

在“向科学进军”的1956年，我曾经试图对几位同班同学介绍我对光子论的上述看法，但刚开始就被打断：“人家爱因斯坦是物理学的泰斗，你是谁，我信他的还是信你的？”在他们看来这一论据是不容置疑的，可惜当时未能说服我。这种情况使他们极为苦恼：“谭天荣的问题不好解决！”

50多年以后，我们又在一次聚会上重逢，又扯了几句与光电效应有关的话。他们深感遗憾的是：“谭天荣的问题至今没有解决！”另一方面，我也觉得失望：他们已经是颇有名气的光学专家，但他们竟然忘记了光电效应是怎么回事！忘记了爱因斯坦光电效应公式！总之，忘记了关于光的“波粒二象性”的一切。诚然，对于“解决谭天荣的问题”他们仍然底气十足，因为爱因斯坦仍然是泰斗，谭天荣仍然是无名小卒，这就是他们的全部论据，别的事情他们一概不予理睬。

我想起了一个故事：一位旅行家漂流到一个小



岛上，岛上的居民都得了一种怪病：他们看到的景象、听到的声音与现实世界的完全不同，但他们彼此之间的感知却是相通的。这位旅行家到岛上以后，岛上的居民一致认为他们遇到了一位“病人”，正好他们有一套对症的“治病”方法，于是他们对这位“病人”进行“治疗”。可怜的旅行家险些儿被他们“治愈”，幸运的是他在最后关头逃跑了。结果是岛上的居民继续在他们的“奇幻的世界”安居乐业，这位旅行家也继续过自己的旅行生活，就像不曾到过这个小岛一样。我不知道这位“旅行家”是小说家的虚构还是真有其人，但我总觉得自己与他同病相怜。

### 7 康普顿效应与“盲人摸象”

按照曹天元的意见，光子论还有另一门重炮——康普顿效应。在这里我将证明：和光电效应一样，康普顿效应也是大自然对洛仑兹问题的回答。

麦克斯韦方程在时间顺序上是可逆的：如果一个过程满足麦克斯韦方程，则该过程的“时间反衍”（与原过程的时间顺序相反的过程）也满足麦克斯韦方程。由于我们总是把“量子跃迁”简化为一种“理想跳跃”，即只考虑初态与终态而不考虑其中间阶段，只考虑其最终效果而不考虑其“过程”，对于这种特殊的过程，某些新的推理与计算的方法应运而生。例如，引进这种“时间反衍”就成了我们常用的从“已知效应”导出“未知效应”的推理手段。

下面我们把入光过程记作 A，把其“时间反衍”记作 B。对比过程 A，过程 B 具有如下效果：

第一，电子作为一个整体从等速直线运动状态转入静止状态；

第二，电子发射一份光波（单色平面波），加入入射光；

第三，电子从光波中的电动平衡过渡到真空中的电动平衡。

在该过程中，电子将离开光波进入真空，在这种意义下，我称它为“出光过程”。

如果一个电子在经历过程 A 以后，紧接着离开光波，则它将经历另一个“出光过程” C。对比过程 B，过程 C 具有如下效果：

第一，电子作为一个整体从过程 A 的终态变成另一种等速直线运动状态；

第二，电子发射一份光波（单色平面波），但不再加入入射光；

第三，电子从光波中的电动平衡过渡到真空中的电动平衡。

如果一个电子先经历过程 A 再经历过程 C，则该电子将经历一个“入光过程”与一个“出光过程”的合成过程 D，它具有如下效果：

第一，电子作为一个整体从静止状态转入等速直线运动状态，接着再转入另一等速直线运动状态；

第二，电子从入射光吸收一份光波，再沿另一方向发射一份光波；

第三，电子先从真空进入光波，接着又从光波返回真空。

把入光过程和出光过程理解为“理想跳跃”，已经是对实际过程的简化，但对于合成过程 D，还可以进行“第二次简化”：把第一个效果中的两次变速合成一次，再把第三个效果中的两个相互抵消的“电动平衡状态的突变”略去，则其的效果可描述如下：

第一，电子作为一个整体从静止状态转入等速直线运动状态；

第二，电子从入射光吸收一份光波，再沿另一方向发射一份光波。

这就相当于一个电子与一个“光子”的完全弹性碰撞。

如果金属中的静止电子完成入光过程 A，接着又离开光波返回真空，从而经历过程 D，那就是康普顿效应。

康普顿效应对应的过程 D 有两个阶段：分别是过程 A 与过程 C。这两个阶段的“第三种效果”相互抵消，从而即使从“光子论”的角度看来，康普顿效应也满足能量动量守恒定律。于是，尽管光子论所理解的康普顿效应乃是对真实的过程的“第二次简化”，却似乎成了光子论的铁证。

关于康普顿效应，曹天元写道：“在粒子的基础上推导出波长变化和散射角的关系，和实验符合得一丝不苟。这是一场极为漂亮的歼灭战，波动的力量根本没有任何反击的机会便被缴了械。康普顿总结道：‘现在，几乎不用再怀疑伦琴射线是一种量子现象了……实验令人信服地表明，辐射量子不仅具有能量，而且具有一定方向的冲量。’”

然而对于光子论，康普顿效应虽然满足能量动量守恒定律，却也像光电效应一样不能融入麦克斯韦理论，因此在光电效应中已经显示的波动与粒子两种表象的基本矛盾依然故我。曹天元对这一基本矛盾描述得很确切：

“……光子一陷入干涉的沼泽，便显得笨拙而无法自拔；光波一进入光电的丛林，也变得迷茫而不知所措。粒子还是波？在人类文明达到高峰的 20 世纪，却对宇宙中最古老的现象束手无策。”

这就是人们通常说的“波粒佯谬”，这一佯谬令人想起“盲人摸象”的寓言：盲人们为大象到底是大萝卜还是大蒲扇、是大柱子还是草绳争论不休。不过物理学家们并不像盲人们那样，只摸到大象的某一部分而没有摸到其他部分。不！他们摸到了物理世界这只大象的每一部分，可就是因为脑子里有

太多的“新颖观念”，没法勾画出这只大象的全貌。更糟糕的是，物理学家们还要荒谬绝伦地断言：大象有时候是大萝卜有时候是大蒲扇、有时候是大柱子有时候是草绳。或者干脆断言，大象实际上什么也不是！我们只能用数学公式来描述它！一言以蔽之，他们自己弄不清大象是怎么回事，就断言人类永远弄不清大象是怎么回事！通过这种古怪的方式，物理学家们宣布了自己无所不知。

这就不难理解，当物理学家们听到我说“大象到底是怎么回事”的时候，他们为什么会如此狂怒！

## 8 预言

根据麦克斯韦电磁学对光电效应与康普顿效应的上述说明，可以预言一种新的效应。如果一个电子原来在光波中静止，突然将光波截断，则电子将经历一个“出光过程”。其效果是：发射一份光波，并转入等速直线运动。我把这种效应称为“反光电效应”。这一预言简单明了，可惜不容易实现。另一预言说起来复杂些，但却比较容易实现：如果在光波（最好是伦琴射线）中制备一个单色电子束（动量一致的电子束），则该电子束将在光波中保持等速直线运动，就像在真空中一样。但如果光波突然被截断，则电子束将被冲散，同时还伴有被散射的光波。这一效果从光子论的角度来看完全无法理解：一束电子在光子的丛林中穿插却不发生碰撞！电子束离开光波竟然被“乌有”所冲散！光波离开电子束竟然遭到“乌有”的散射！……等等。这些可都是咄咄怪事！我期望这种怪事不会因为其预言者是一个无名小卒而被置之不理。

## 9 结束语

综上所述，光电效应与康普顿效应并未显示出光的“粒子性”，相反，它们乃是麦克斯韦电磁学的必然结论。迄今为止，得出这一结论的前提只是电子有一个固有电磁场，而没有涉及电子的结构。至于电子的结构问题，涉及电子论处理洛伦兹问题的根本失误，这是一个专门的课题，我们以后再考察。

## Photoelectric effect and Maxwell Theory

**Abstract:** it is proved that Einstein's photon theory cannot explain the photoelectric effect. Because, according to the mechanism on the mechanism of photon, absorbing the photon energy, an electron would also absorb the photon's momentum, a rest electron absorbed the photon momentum should move along the light propagation direction. So, the movement direction of the photoelectron should be consistent with the direction of the incident light. But in the photoelectric effect experiment, the direction of photoelectron and that of light propagation are almost the opposite. Therefore, the mechanism envisaged in violation of the law of conservation of momentum. It is also proved that the photoelectric effect can be described by Maxwell's theory as follows: an electron has a natural electromagnetic field of its own, while the light is another electromagnetic field. As the electron enters into the light, the two electromagnetic field above due to the superposition with each other, the change of the sum field energy can be immediately converted into kinetic energy of the electron, just like as a falling body enters into the gravity field, the potential energy of the falling body immediately becomes kinetic energy. After a rest electron in the metal enter into light wave, will go through a process, in which it will absorb a part of light wave, and achieve a constant linear motion from stationary state. If the very electron leaves the metal immediately, then that is the photoelectric effect. If the electron then left again the light, it will go through a reverse process, which is changing the state of motion again and emitting a part of light wave, that is the Compton effect.

**Keywords:** photoelectric effect; Einstein; photon theory; wave theory of light; electrodynamics; falling bodies; potential energy; superposition field energy; Lorentz problem; Compton effect.