

请教几个理论物理问题

李学生 (Li Xuesheng)

山东大学副教授, 理论物理教师, 中国管理科学院学术委员会特约研究员, 北京相对论研究联谊会会员, 中国民主同盟盟员 (作者为中国科学院高能物理所研究员)

xiandaiwulixue@21cn.com, 1922538071@qq.com

摘要 (Abstract): 物理学是科学的基本学科。本文章分析探讨了现代物理学的重要问题, 供参考。
[李学生 (Li Xuesheng). 请教几个理论物理问题. *Academ Arena* 2017;9(16s): 233-241]. (ISSN 1553-992X).
<http://www.sciencepub.net/academia>. 13. doi:[10.7537/marsaaj0916s1713](https://doi.org/10.7537/marsaaj0916s1713).

关键词 (Keywords): 质点; 电荷; 引力; 电力; 空间; 方程; 量子力学; 相对论; 万有引力

卢鹤绂说过: “物理学中最难的就是理论物理, 它完全是理论性的, 没有实验可做, 要靠脑子的思维, 要靠对整个物理学知识的融会贯通. 理论物理是物理学的基础, 只有学好它, 才能看懂其他学科.”

I、狭义相对论方面

1. 按照经典电磁辐射理论, 如果粒子的加速度与运动速度平行, 比如电子在电场中的运动, 辐射功率

为:
$$\frac{dU}{dt} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{2q^2 a^{*2}}{3c^3 (1 - V^{*2}/c^2)^3}$$
, 如果加速度与速度垂直, 比如电子在磁场中的运动, 辐射功率为:

$$\frac{dU}{dt} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{2q^2 a^{*2}}{3c^3 (1 - V^{*2}/c^2)^2}$$
, 式中 V^* 是推迟速度, a^* 是推迟加速度. 如何解释下面的理想实验: 假设在一个封闭系统中有两个物体, 一个不带电荷也没有磁矩, 另一个带有电荷, 它们的引力质量相等, 分别位于 A、B 两点, 观察者处于线段 AB 的中点, 两个物体同时由静止出发相向运动, 它们所受的力大小相等. 按照狭义相对论, 它们的引力质量在任何时刻都相等, 引力能量相等, 可是根据经典电动力学由带电的物体将不断地辐射电磁波, 那么能量从何而来? 如果能量守恒把物体辐射的电磁波考虑在内, 由于电磁力满足宇称守恒, 因此辐射电磁波的总动量应当为 0, 由带电的物体速率应当大, 能量仍然不守恒. 笔者通过电磁质量的量子化以及电磁质量不是引力质量的一部分, 圆满地解释了这个问题, 不知是否正确?

2. 现代物理学认为在引力场中下落的电子速度远低于电磁场的传播速度, 即使没有外来电磁场, 电子在自己激发的电磁场中的异步运动就导致电磁阻尼使电子的下降速度远落后于自由落体的速度, 其在引力场中失去的势能只是部分地转化为它的动能, 其余的转化为其内能 (σT^4), 其温度升高, 它将有热辐射, 这又导致其温度下降, 但内能不会全转化为辐射能, 故其温度仍会继续升高, 从而其热辐射频率和强度也越来越强, 从而该电子在引力场中失去的势能只是部分地转化为它的动能, 其余部分一部分作为辐射能辐射出去, 其余的保留为由其升高的温度表征的内能.

3. 狭义相对论框架下如何认识万有引力定律? 在狭义相对论框架下, 功能原理和机械能守恒定律是否也有类似形式? 如何证明洛伦兹变换构成一个变换群?

4. 假设真空那个中有两个相对静止物体质量均为 M, 以系统的质心 (两个物体连线的中点) 为参照系, 它们在万有引力作用下开始加速运动, 根据狭义相对论物体的质量将不断增加, 增加的质量应该来源于引力场, 如何用数学定量表达?

5. 经典力学中处理非惯性系中两体问题时, 引入折合质量. 狭义相对论和经典力学都是在惯性系中成立, 那么在狭义相对论框架内是否也可以引入折合质量的问题?

6. 现代物理学认为一个静止电子不可能完全吸收一个光子, 在一个匀速运动的观察者看来, 根据狭义相对论, 光子的运动速度不变, 电子不再是静止的, 却可以吸收光子? 如何理解这个问题?

II、广义相对论与宇宙学方面

1、广义相对论从引力质量与惯性质量相等得到了广义相对论, 广义相对论适用于任何参考系, 在双星现象中假设两个星体的质量相等, 如果以其中一个星体为参照系, 考察另一个星体的运动, 此时显然引力质量是惯性质量 (应该是系统的折合质量或者说约化质量) 的二倍. 如果考虑到广义相对论加速运动相当于引力场的话, 引力质量与惯性质量相等, 之间的误差相当大. 如何理解这个问题? 如何从广义相对论解释双星

现象？

2、 广义相对论认为没有物质时空不存在，同时认为质量改变了时空结构，这两种表述之间的关系如何理解？笔者认为引力场是相对时空，物体的质量改变了附近的时空结构，一个物体不存在时，时空依然存在，其它物体产生的引力场，只有所有物质不存在时，时空才不存在（这种情况不可能存在）。这种理解是否正确？

3、 广义相对论认为存在奇点，可是在微观世界存在强相互作用与弱相互作用，如果考虑到这两种相互作用，是否仍然存在奇点？黑洞是根据万有引力定律或者说广义相对论得出的结论，没有考虑到电磁相互作用（例如分子之间的斥力）、强相互作用和弱相互作用、宇宙常数等方面，如果考虑到这些因素，是否存在黑洞？物质在塌缩到黑洞的过程中，费米子是否仍然满足泡利不相容原理？现代物理学研究黑洞向外辐射粒子，这是否与黑洞的定义矛盾？万有引力定律对于运动质量是否近似成立？

4、 广义相对论认为一切参考系都等价，无法确定整个宇宙的运动状态，可是大爆炸理论却认为这个宇宙处于膨胀阶段，如何理解这一关系？

5、 根据对 Seeliger 佯谬的讨论看到，如果宇宙学原理假设成立，宇宙中物质是均匀分布，则在宇宙中任意一个空间点都不应当存在引力场。我们还可以换个角度来讨论这个问题：如果宇宙中引力场不为 0，则根据宇宙学原理，引力场至少应当是均匀的。因为引力场是一个矢量场，如果宇宙中存在有均匀的引力场，则宇宙就不可能是各向同性。因为引力场的矢量方向就是一个特殊的方向。因此如果宇宙学原理成立，宇宙中任意一个空间点都不应当存在有强度不为 0 的引力场。

6、 大爆炸理论认为在大爆炸初期，没有时间和空间，根据广义相对论也就不存在物质，能量守恒定律认为能量是不可创造，质量守恒定律认为质量是不可创造，电荷守恒定律认为电荷是不可创造，大爆炸理论认为能量、物质（质量）、空间、时间已经被一个无限小的点爆炸创造，并且是在四大皆空发生的，如何理解这些关系？

7、 大爆炸理论和动量守恒定律以及角动量守恒都是不相容的。宇宙学观测表明宇宙是膨胀着的，通过对微波背景辐射和宇宙大尺度结构等的观测，宇宙的历史可以追溯到极早期发生的大爆炸。我们所知的基本物理，比如广义相对论和粒子物理标准模型，在那里都不适用，这显然与 Einstein 的思想相悖。为理解宇宙起源，需要了解大爆炸时期的基本物理量，可是根据相对论时间不能倒流，如何了解大爆炸时期的基本物理量？

8、 现代物理学认为物质之间有四种相互作用，可是大爆炸理论没有提及大爆炸是何种相互作用。泡利不相容原理背后是否有更本质的内容，是否也是一种相互作用，是哪一种力？

9、 爱因斯坦在广义相对论中只研究了二体问题，即开普勒问题。在经典力学万有引力定律中三体问题无法求精确解，在广义相对论中是否也存在三体问题？

10、 根据爱因斯坦广义相对论，运动方程是测地线方程。可是当粒子沿着测地线运动时，粒子会发出引力波。因此应该有一个引力辐射反作用力粒子反应。然而，爱因斯坦没有发现辐射反作用力的存在，如何理解这个问题？

11、 量子力学中的算符通常是不可对易的，而相对论中的时空度规是非正定的。量子力学的发展表明，算符的非对易性非但不是理论的缺陷，恰恰是其精华所在，而度规的非正定性是否会进一步揭示相对论的某种内在的物理本质呢？

III、广义相对论与电磁场综合问题

1、 Einstein 晚年致力于引力场与电磁场统一的研究，如果统一场论按照广义相对论的基础建立，那么电磁场也应当满足广义相对论的等效原理。根据 Einstein 的广义相对性原理，物理定律对于任何参照系都成立，那么下面的理想实验如何解释：现代物理学认为“一个粒子惯性质量为 m ，是指在无穷远处观察该粒子，粒子携带的质量加上它的场能之和才是它的惯性质量 m 。”假设在真空中相距充分远处有两个质点 A、B，惯性质量均为 m ，带有等量的同种电荷，它们在万有引力和静电力的共同作用下处于平衡状态，能否根据等效原理相当于它们的惯性质量为 0？如果把其中的一个质点的电荷换成异种电荷，能否根据等效原理相当于它们的惯性质量为 $2m$ ？在 Klein-Kluza 理论理论中，引力和电磁力可以通过统一的方式结合在一起。在那里，最重要的也就是所谓的“荷质比”。KK 理论中时空是五维的，而第五个维度则必须是卷曲维度，即必须具有有限大小的半径，而且这个半径必须足够小。KK 理论的问题在于得到的与事实相符的力学行为所对应的荷质比，却和真实粒子不同。从而一段时间内人们普遍认为电磁力和广义相对论无法融合。但后来人们却发现现在 11 维的 KK 理论中，一切就会变得和现实相符，但必须引入超对称性，从而 11 维的 KK 理论又称为超引力理论。随后人们发现超引力理论和 10 维的超弦理论的 11 维拓展版本具有相似性，从而在 11 维的 M 理

论中，超弦理论和超引力理论被结合在了一起，成为同一种理论。可是现代弦论越到了难以逾越的困难，尤其是引力场的量子化不可重整化。

2、现代物理学认为不但粒子会受到引力，电磁场也会受到引力，参见强引力场下的电磁场分布，这是广义相对论结合非线性数学物理方法的基本问题，以及带电引力场，比如柯尔-纽曼度规。为何电磁场的运动速率不发生变换呢？

3、在自由降落的升降机内能否测量到静止电荷的辐射？如果测量到说明广义相对性原理存在问题，如果测量不到说明经典电动力学存在问题，电荷在引力场中做变速运动是否辐射电磁波？

4、Einstein 在创立广义相对论的过程中通过电梯说明了等效原理，可是当电梯如果带有电荷，特别是当电荷的电性相反时和相同时，强等效原理显然不成立，这说明广义相对论仅仅适用于引力场，不适用于电磁场。

5、如果两个电荷都具有引力质量，那么它们之间除了具有电磁相互作用之外还具有万有引力作用，两种作用显然不一致，不满足简单性原则。

6、现代物理学认为引力场的能量为负值，根据质能方程引力场的质量为负值。一个物体与其激发的引力场的能量之和是否为 0，为何现代物理学计算的引力场能量与质能方程计算的物体的能量不是一个数量级？

IV、狭义相对论与广义相对论的综合问题

1、狭义相对论认为运动物体的时钟延缓，广义相对论认为强引力场中时钟延缓，两种效应能否统一？是否可以从广义相对论方程推导出狭义相对论效应？只有把两种效应统一在一起，才符合 Einstein 科学简单性原则。狭义相对论框架内是否也存在机械能守恒定律，如果存在，如何证明？

2、广义相对论和狭义相对论的最大不同，在于对于真空绝对速度 C（真空绝对速度和一般所言的“电磁波真空波速”不是一个概念，只不过后者在数学上恰好等于前者而已）只能在局部观测者上定义。也就是说，狭义相对论可以定义一个全局观测者，而在广义相对论中只能使用局部观测者，而参照系的选择就体现了观测者的选择（两者还不完全相同）。在广义相对论中，从始至终所说的是：在局部观测者自己看来，自己所在位置的电磁波的真空光速等于真空绝对速度 C，这才是广义相对论中对于光速所说的全部内容。在非本地观测者看来，自己所在位置以外的别的地方的光速完全可以不是光速，这是广义相对论的一个很常见的结果。可是现代宇宙学却是利用广义相对论研究，笔者认为广义相对论尽管从局域开始研究，也应该适用于大尺度的空间也应该有一个全局观测者，否则如何理解大爆炸理论？二者之间是否存在着矛盾？

V、量子力学与量子场论问题

1、在相对论量子力学中，一个粒子的能量不但可以为正值，也可以为负值，负值对应于反粒子。根据质能方程反粒子的惯性质量是为负值，可是 1960 年数学家和物理学家提出并证明了一条定理：在广义相对论（GR）中一个孤立物体的质量必定是非负的。这些关系如何理解？仅仅靠一个空穴的概念了之？真空破缺的动力学机制是什么？基本粒子是如何生成的？真空为何存在零点振荡能？能量来自何处？

2、现代物理学认为反粒子携带正能量，由于数学上的性质的差异，其数学表征为负频率，从而在原先的相对论性量子力学中认为是负能量与负概率，而采用了场论中的算符表述，这些就都变成了正常的正能量与正概率，只不过相同的粒子却带有相反的电荷（包括 QCD 中的色荷，以及弱相互作用中的同位旋）。这与 Einstein 的科学思想是相悖的，是否说明量子场论和相对论量子力学有着不可调和的矛盾？

3、经典电动力学认为加速运动的电荷能够辐射电磁波，而量子力学指出电子在同一能级内做加速运动不能辐射电磁波，如何把它们统一在一起？根据经典电动力学，自由真空中的电子，如果给它一个加速度，它也能发射电磁波，进一步造成自我加速，一边加速，一边产生电磁波，这里能量的确不守恒。

4、假设一个中性的氢原子在电磁场中作变速运动，根据经典电动力学应当不辐射电磁波，可是如果我们把电子和质子分开来分析，那么它们应该都辐射电磁波，如何解释这个问题？

5、量子力学的有效范围是高能领域，一般来说微观物理是高能范围，所以量子力学适用于微观领域。从数学上可以知道，在最低能级层面，无论是强力、弱力还是电磁力，带同种性质的力荷的粒子之间都是排斥力，而带不同性质力荷的粒子之间是吸引力。这是数学上的必然结果。随着能量的增高，各种量子修正都会逐渐变得越来越重要，强力是吸引的，弱力是排斥的，是一种近似说法。各种量子修正把现代量子力学变得日益复杂，是否类似于当年托勒密的天体力学？现代高能物理的所谓量子修正有两个来源，一个是量子场论本身要求的圈图展开，更高阶的圈图会对低阶结果给出量子修正，而这仅仅是因为现在的数学无法计算不做展开的非微扰量子场论，和量子场论的基础做出修正是两个截然不同的概念。另一个，是源自量子场论的重整化，对于重整化的本质我们还有很多不知道的东西，这也是现代弦论、圈量子、非对易几何等等理论在做

的事情,从后者来说,弦论等理论的确是一种“重新思考”,然而现代弦论等理论也遇到了难以克服的困难.是否应当重新考虑其基础?

6、量子统计物理证明了,任何具有上限能量且有有限个能级的平衡孤立系统,可以出现负绝对温度.当温度 $T \rightarrow +\infty$ 后,系统内能再增大,温度跳变到 $T < 0$,这就是负温度状态.负温度的存在,不仅在理论上得到证明,而且在核磁共振与激光技术中已有应用.由量子统计物理可知,粒子具有的统计平均速率与系统温度的平方根成正比, $V \propto T^{0.5}$,当 $T > 0$ 时, V 为实速率;当 $T < 0$ 时, $V=vi$ 为虚速率.此时洛伦兹变换是否仍然成立?

VI、相对论与量子力学之间的问题

1、希格斯粒子解释了宇宙质量之源,是否具有反粒子,说明宇宙质量消失的途径?质量守恒定律和希格斯机制是否矛盾?根据狭义相对论,运动物体的质量增加,是否与希格斯粒子有关?

2、量子力学中的真空并非一无所有,它们和光子之间根据现代物理学理论应当有相互作用,可是狭义相对论认为在真空中的光速是不变的,显然存在着矛盾.如何理解这些关系?量子力学认为宏观物体存在物质波,显然这与广义相对论是矛盾的,如何理解这些关系?

3、在牛顿动力学中,暗含着将以下一点视为当然的事,即同时测量(即知道)一个粒子(一个质点)的位置和动量在原则上是可能的.这种可能性隐含在运动定律本身中:运动的二阶微分方程的解要求知道 x 和 px 的某个同一时刻的初始值,但是这种可能性在量子力学中从根本上被否定.牛顿动力学中运动方程是决定论的和因果律的,即从一个由系统的粒子之坐标和动量所规定的已知初态出发,运动方程以一种决定论的方式导致一切其后时刻的确定状态.导致拉普拉斯宣称:一旦给出了某一瞬间宇宙中所有星星的位置和动量,那么宇宙过去和未来的状态都将完全被决定,但这种决定论和因果律在量子力学中基本上被否定.

4、对于一个宏观物体来说, $P=h/\lambda$,当物体静止时, $P=mv=0$,此时 λ 为无穷大? $E=mc^2=h\nu=hc/\lambda$,所以 $\lambda=h/mc \neq 0$.假设 $P=MV=h/\lambda=h/(V/v)=h\nu/V$,则 $h\nu=MV^2$.这与 $E=mc^2$ 是矛盾的.这说明宏观物体的能量不仅仅是物质波的能量,它们之间的关系是什么?

5、设原来静止的氯离子与光子碰撞后吸收了光子而以 u 的速度运动,则由能量守恒定律有:

$$h\nu + m_0c^2 = mc^2 = \frac{m_0c^2}{\sqrt{1-u^2/c^2}}$$

(1), 式中 m_0 和 m 分别是氯离子的静止质量和运动质量, ν 为入

射光子的频率.又由动量守恒定律有: $\frac{h\nu}{c} = mu = \frac{m_0u}{\sqrt{1-u^2/c^2}}$ (2), 由(1)式得:

$$u = \frac{c\sqrt{h^2\nu^2 + 2hvm_0c^2}}{h\nu + m_0c^2}, \quad u = \frac{hvc}{\sqrt{h^2\nu^2 + m_0^2c^4}}$$

, 由(2)式得: . 显然,分别由能量守恒定律

和动量守恒定律决定的氯离子运动速度不相同.假设碰撞前氯离子的运动速度与入射光子的速度相互垂直,

$$h\nu + m_1c^2 = m_2c^2 = \frac{m_0c^2}{\sqrt{1-u_2^2/c^2}}$$

光子与处于运动状态的氯离子碰撞后被吸收,则由能量守恒定律应有:

(3), 式中 m_0 为氯离子的静止质量, m_1 为氯离子碰撞前的动质量, m_2 为氯离子碰撞后的动质量.又

$$\frac{h\nu}{c} = m_2u_2 \cos \theta = \frac{m_0u_2 \cos \theta}{\sqrt{1-u_2^2/c^2}}; \quad m_1u_1 = m_2u_2 \sin \theta = \frac{m_0u_2 \sin \theta}{\sqrt{1-u_2^2/c^2}};$$

由动量守恒定律有: X 方向:

$$\left(\frac{h\nu}{c}\right)^2 + (m_1u_1)^2 = \frac{m_0^2u_2^2}{1-u_2^2/c^2}$$

将两式取平方并相加,得: (4), 由式(3)得:

$$u_2 = \frac{c\sqrt{h^2v^2 + (m_1^2 - m_0^2)c^4 + 2hvm_1c^2}}{hv + m_1c^2}, \text{ 由式(4)得: } u_2 = c\sqrt{\frac{h^2v^2 + m_1^2u_1^2c^2}{h^2v^2 + m_0^2c^4 + m_1^2u_1^2c^2}}, \text{ 可见, 由式(3)和式(4)}$$

决定的速度不同。

6、Einstein 的广义相对论是引力理论，把引力场量子化给出引力场的量子成为引力子，它应具有自旋为 2，和 lectric field 的量子——光子性质很不相同。近年来理论上对超对称性的探讨提供了新的可能性，超对称性在自旋不同的粒子间建立了联系，因此就有可能把引力相互作用和其它相互作用联系起来，通过超对称性建立的四种相互作用的统一理论称为超大统一理论。但是根据对称的相对性与绝对性原理，超对称的工作是没有止境的。超对称要求除引力子外，还应当有自旋 3/2 的引力微子存在，但是实验上并没有发现它的存在。

7、根据质速关系引力质量可以连续变化，而电荷和电磁场呈量子化分布，现代物理学未让量子力学进入的唯一领域是引力和宇宙的大尺度结构，将引力场量子化遇到无穷大的困难。重整化可以消除无限大的问题，但是由于重整化意味着引力质量作用力的强度的实际值不能从理论上得到预言，必须被选择以去适合观测，因此重整化有一严重缺陷。目前要取得进展，能够建议采用的最有力的方法，就是在企图完成和推广组成理论物理现有基础的数学形式时，利用纯数学的所有源泉，并在这个方面取得每次成功之后，试着用物理的实体来解释新的数学特色。如何把量子论和弯曲时空（即广义相对论）结合起来却是十分困难的事情。到现在为止，虽然学术界在电磁场、电子场等各种物质场的量子化中取得了极其成功的进展，但引力场量子化的工作却遇到了意想不到的巨大困难。到目前为止，所有试图把引力场量子化的理论（包括超弦和圈量子引力理论）都存在问题。在物理学发展过程中，量子论引起的疑义始终多于相对论。量子论留给了人们太多的争议。Einstein 曾经说过，我思考量子论的时间几乎是思考相对论的 100 倍，但是我还是不清楚什么是光量子。

VII、热学与光学问题

$$\varepsilon = \frac{1}{2} \mu v^2 = \frac{1}{2} \mu \cdot \frac{3kT}{\mu} = \frac{3}{2} kT$$

1、经典物理学认为温度是分子平均动能的标志，对气体分子来说，根据分子热运动规律，采取统计平均的方法，可以导出热力学温度 T 与气体分子运动的平均平动动能的关系为理想气体分子的平均平动动能为每个分子平均平动动能只与温度有关，与气体的种类无关， $k = 1.380662 \times 10^{-23} \text{JK}^{-1}$ ，为玻尔兹曼常数。按照传统的定义，在大洋深处海水的压强大，分子的动能也应该大，可是温度并不高，这说明传统关于温度的定义不严密，需要进行修正。根据柯尼希定理随着观察者的运动速度不同，分子的平均动能也不同，可是物体的温度是不变的，也就是说温度与系统的质心相对于观察者的运动速度无关，是否把温度定义为相对于质心的分子平均动能的标志或者放弃这种定义法？在某一温度和压强下，某个化学反应的平衡常数为一定值，这是否也反映了温度的本质？现代物理学认为在**没有实物粒子的真空也有温度的概念，而是通过光谱定义，波长与温度成反比。哪一个才是温度的本质？如何把传统定义与现代物理学定义统一起来？如果微观粒子不辐射电磁波，例如中微子，根据现代物理学的观点是否存在温度的概念？**

2、热力学第二定律的实质：自然界一切与热现象有关的实际宏观过程都是不可逆的。不可逆性的微观本质：一切自然过程总是沿着分子热运动的无序性增大的方向进行。在化学变化中在温度、压强一定的条件下，自发反应总是向 $\Delta H - T\Delta S < 0$ 的方向进行，二者如何统一？薛定谔认为：生命之所以免于死亡，其主要原因就在于他能不断地获得负熵”。生命的本质是否就是能够不断负熵？人们发现无机界、无生命的世界总是从有序向无序变化，但生命现象却越来越有序，生物由低级向高级发展、进化。以致出现人类这样高度有序的生物。意大利科学家普里高津提出了耗散结构理论，解释了这个问题。现代物理学认为宇宙中存在熵增原理，这背后是否有更本质的内涵？根据对称性原理也应当存在熵减的现象，如何理解这些关系？

3、光子是电中性粒子，为什么有电磁波的特性？现代物理学认为光子不带有电量也不具有磁矩，作为创建“量子场论路径积分”的核心人物费曼先生，认为两个静电荷之间的相互作用的传递过程是交换虚光子来完成的，可用费曼图形象地表示。简单说来，规范场负责传递相互作用，而场的量子化的稳定态对应了粒子，所以规范场的量子化必然就对应了某种场媒介粒子，比如电磁场的量子化对应了光子。传播相互作用的时候的光子，和独立被激发时候的光子还有不同，术语叫做“虚光子”和“实光子”。虚光子只在相互作用的过程中出现，对应到费曼图，就是虚光子只是费曼图中的内线，而实光子则对应了费曼图的外线。在量子力学中，粒子是场的激发态，而场传播力，所以这种激发态既可以是稳定的激发态，对应实光子，也可以是被别的粒子激发而导致的激发态，对应虚光子。在虚光子过程中，只要在相互作用过程中符合能量守恒（具体说

来就是费曼图的顶角上能量总和不变)，什么样的光子都可以出现。量子理论中的激发态，如果是对应虚光子的被动激发态，那么其实是没有除了能量守恒以外更多的限制的——当然，严格说来还需要满足对称性与规范条件，以及反常消除条件等等，不过都是量子化以后的，没有经典对应。实光子与虚光子有何区别，它们是如何转化的？所谓虚光子的概念以及正负电子对的湮灭和创生的概念仅仅是量子场论的理论概念，是否已经为实验证实的事实？笔者认为光子不具有引力质量（惯性质量），而具有电磁质量（电量），只是太小，实验中可能观察不到。质子与电子辐射的光子的能量相反，便可以圆满解释上面的理想实验，进一步否定了“超光速问题”，解释了光速不变性原理、光速为物体运动的极限速度的原因与广义相对论的红移危机。

4、广义相对论中时间是时刻存在的，广义相对论方程中没有时间方向，而热力学中时间存在着方向，如何理解这些关系呢？

VIII、电子的电磁质量问题

1. 现代物理学认为电磁质量由电荷附近的电磁场分布结构决定，与电荷没有多大的直接关系，只是间接关系。电荷附近的电磁场的源是电荷，但当电荷运动的时候，电荷附近的电磁场分布结构会发生变化，如发生压缩畸变，其分布结构是速度的函数，这可见一般教材，因此电磁质量也是速度的函数，满足

$$m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

当运动速度为 0 时，电子和质子的电磁质量是否相等？当一个质子与电子组成 ${}^1_1\text{H}$ 时，总体看不带电，电磁质量为 0，可是两个微观粒子均具有电磁质量，如何理解？

2. 您认为静止电子的电磁质量与静止质量比值的多少？现代物理学认为电子的电磁质量是电子静止质量的一部分现代物理学认为电子的电磁质量是电子静止质量的一部分，Einstein 在《论动体的电动力学》中

$$W = \mu V^2 \left(\frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{V^2}}} - 1 \right)$$

的原始公式如下： $W = \mu V^2 \left(\frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{V^2}}} - 1 \right)$ ，式中 W 为电子的动能； μ 为电子质量；V 为光速；v 为电子的运动速度。Einstein 在论文中谈到：“在比较电子运动的不同理论时，我们必须非常谨慎。这些关于质量的结果也适用于有质的质点上，因为一个有质的质点加上一个任意小的电荷，就能成为一个（我们所讲的）电子。”

Einstein 在研究统一场论时才认为电子的电磁质量是引力质量的一部分，曾经试图证明电子的电磁质量 $\frac{3}{4}$ 是电子质量的 $\frac{3}{4}$ ，即宇宙的能量 $\frac{1}{4}$ 起源于电磁， $\frac{1}{4}$ 起源于引力。但是没有成功，现代物理学中相对论和量子力学对于电子的电磁质量的计算是矛盾的，彭桓武认为这个问题可能需要未来的高等数学来解决。Einstein 晚年进一步提出 electric charge 没有引力质量的问题，指明引力场和 lectric field 是逻辑上毫无联系的两部分。由此可见，Einstein 的一生对于这个问题是摇摆不定的。

笔者通过认真地思考后认为电子的电磁质量不可能是引力质量的一部分，原因有 10 个方面：

(1)、根据广义相对论，物理定律对于任何物理定律具有相同的形式。当电子在引力场中加速运动的时候，其电量是不变，不满足 Lorentz transformation，根据经典电动力学在电子的半径不变的情形下，电磁质量与电量的平方成正比，所以其电磁质量也应该不变，电荷的电磁质量既然由电荷所带的电量决定，那么应当是电量的增函数，根据经典电动力学如果把电子看做球体的话电子的静电能与电量的平方成正比。如果电子的

$$m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

电磁质量与运动速度有关，满足 $m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$ ，那么电子的电荷具有的能量也满足 Lorentz transformation，不符合广义相对论的要求。

静止的质子与正电子的电磁质量是否相等？它们的电磁场的能量相等，但是由于半径不相等，根据经典电动力学电磁质量不相等，如何理解？根据经典电动力学电子的电磁质量 $m \propto Q^2/r$ ，如果将来通过某种手段把电子的半径变为原来的 2 倍，电磁质量变为原来的 1/2，可是根据洛伦兹变换电子的静止质量没有变化，可以得出电子的电磁质量不是定值。假设一个带电球体电量为 Q，电磁质量为 m，然后使其电量增加一倍，电磁质量是否为 4m？

(2)、物体的静止质量是内禀的，是个常数，有人认为电磁质量是应该与静止质量有关的，电磁场的能量由电荷决定，电量与带电体的运动状态无关，引力质量与运动状态有关。假设电子的静止引力质量是 m，电

子的电磁质量是 m_1 ，电子的引力质量另外的部分为 $m - m_1$ 。当电子以 $\sqrt{3}/2 c$ 运动时，根据洛伦兹变换此时电子的引力质量为 $2m$ ，电子的引力质量另外的部分为 $2m - 2m_1$ ，电子的电磁质量应当为 $2m_1$ ，可是电子的电量没有变化，显然存在着不和谐。电量不满足 Lorentz transformation，因此把电磁质量作为引力质量的一部分存在着不协调性——只要维持电子电荷值不变观念，这个问题不管怎么解释不通。这中间，要么质速关系式错了，要么就是电子电荷值不变信念错了，然而这与实验事实又高度一致。由于公式 $E = mc^2$ ，物体的引力结合能具有(负)质量，因而系统总质量不等于各部分质量之和。而在麦克斯韦理论中，作为线性理论的结果，电荷(类比于质量)是严格可加的。

(3)、电磁力存在吸引与排斥两种状态，只有物体带电时才有，而引力是永远存在的；如果电磁质量是引力质量的一部分，那么库仑力也应当是万有引力的一部分，电子、质子等带电粒子之间的电磁力远大于万有引力，电磁质量远大于引力质量，电磁质量不可能是引力质量的一部分；电子激发的电磁场的能量小于电子的电磁质量，正如物体激发的引力场能量小于引力质量的能量一样。通过将 1 个氢原子作为模型和对比，可求出氢原子上正电子对壳上负电子的电磁力 F_e 与原子核质量与壳上电子质量的引力 F_g 之比，即 $F_e/F_g = L_n = 2 \cdot 27 \times 10^{39} =$ 狄拉克大数，这是因为静电力和引力都同时作用在电子和原子核上，而有着同一个距离 R 。

(4)、电荷具有正负，电磁质量应当相反，而物体的引力质量无此区别。现代物理学认为中子有一个上夸克和两个下夸克组成，外观上看电量为 0，由于每个夸克均激发电磁场，因此电磁质量不等于 0，显然存在着不协调性。电荷分为正负，但电场的能量密度却总是正的，所以积分得到的电磁能量总是正的，因而电磁质量也总是一个正值。根据牛顿第二定律，惯性质量是表征当物体受到外力作用的时候，物体运动状态改变的难易程度，即物体保持原来运动状态的本领大小的物理量。这个和电荷的正负无关，所以正负电子可以具有相同的惯性质量。当正负电荷中和的时候，电磁质量减少，引力质量没增加，但正负电荷中和会释放原来具有的电势能，即原来的电磁质量会转化为别的能量，如正负电荷中和释放两个光子，则原来的电磁质量就转化到了光子中。那么转化的机制是什么？同种电荷的电磁力相互排斥，异种电荷的电磁力相互吸引，电荷之间的作用力依靠电磁场来传递，为什么电磁场的能量都是正值？一个中性原子的电磁场的能量为 0，说明正负电荷激发的电磁场的能量相反。

(5)、引力质量都占有一定的空间，也就是具有体积，而电磁质量没有体积，因此量子电动力学的点模型观点是正确的。

(6)、电磁质量和引力质量可以分离，存在 Maxwell 理论中脱离物体携带能量的场。最近，法国里昂的科学家发现了有四个中子组成的粒子，又称为“零号元素”。最新的实验表明，中微子具有引力质量，大约为电子引力质量的 50000 分之一。中微子具有引力质量但是不带有 electric charge——电磁质量。现代物理学认为除了带电介子外，还存在中性介子，其(引力)质量恰好等于或者近似等于(其实相等)带电介子的(引力)质量，性质相似。Einstein 指出了波函数坍缩过程与相对论之间的不相容性，Einstein 的这一分析是关于量子力学与相对论的不相容性的最早认识。或许有人会说电磁质量与引力质量是毫无关系的两部分，那么有何作用力把它们联系在一起，笔者认为靠作用力联系在一起，是引力质量、电磁质量各自联系的思想，没有任何作用力也可以联系在一起。

(7)、布朗粒子满足能量均分定理，在绝对温度为 0 时，动能为 0，可是受量子力学支配的物体即使温度为零，也同样具有一定的动能。布朗粒子的能量均分定理研究的是引力质量问题，量子力学研究的是电磁质量，绝对温度为 0 时，引力质量能量为 0，可是电磁质量的能量仍然不为 0。

(8) Einstein 之所以要提出引力场与电磁场的统一问题，乃是基于广义相对论以太与电磁场之间存在着原则的区别这一事实。他说：“如果我们从以太假说的观点来考查引力场和电磁场，那末两者之间就存在着一个值得注意的原则性的差别。没有任何一种空间，而且也没有空间的任何一部分是没有引力势的；因为这些引力势赋予了它以空间的度规性质，要是没有这些度规性质，空间就根本无法想象。引力场的存在是同空间的存在直接联系在一起的。反之，空间一部分没有电磁场却是完全可以想象的；因此，电磁场看来同引力场相反，似乎同以太只有间接的关系，这是由于电磁场的形式性质完全不是由引力以太来确定的。从理论的现状看来，电磁场同引力场相比它好象是以一种完全新的形式作为基础的，好象自然界能够不赋予以太以电磁类型的场，而赋予它另一种完全不同类型的场，比如一种标势的场也会是同样适合的。”这段话说明引力质量(引力场)和电磁质量(电磁场)在一定程度上可以分离。

(9) 量子力学在曲线坐标系中一直无法合理地定义动量算符。采用量子力学动能算符和动量算符计算微观粒子的动能，得到的结果一般是不一样的，也就是说现有量子力学的动量算符与动能算符不能一一对应。将动量算符作用于非本征态波函数，得到非本征值都是复数。坐标空间中动量算符的平均值也是复数，在物理上没有意义(除非等于零)。为了解决复数非本征值和复数平均值问题，现有量子力学将任意波函数用算符

的本征态波函数展开,实际上将算符的平均值变换到动量空间计算.其结果是,虽然动量算符的复数平均值问题被消除,但坐标算符的复数平均值问题又出现.问题实际上没有被解决,只是被转移.在直角坐标系中,角动量算符没有本征态波函数和本征值,将角动量算符作用任意波函数,得到的都是虚数.但我们能说直角坐标系中角动量算符没有意义吗?反之,动能算符对任意波函数作用结果都是实数,我们就没有必要将任意波函数按它的本征函数展开.氢原子定态波函数就是一个例子,它们都不是动能算符的本征函数.

(10)现代物理学认为微观粒子包括玻色子和费马子,前者不满足泡利不相容原理,后者满足泡利不相容原理.笔者认为前者无静止质量,应该为只有电磁质量组成的粒子;后者具有静止质量,是有引力质量组成的粒子或者是电磁质量和引力质量共同组成的粒子.您认为是否正确?

IX、统一场论问题

1、在已知的主要的相互作用中,都有着明显的区间作用性:在强子内部和周围,强相互作用起着主要作用;在原子世界,电磁相互作用占着主导地位;引力相互作用在微观世界是微不足道的,到了太阳系世界,它才成了支配天体运动的主宰.现代物理学认为弱相互作用和强相互作用只适用于微观世界,可是微观与宏观没有截然的界限,微观、宏观、宇观是人为规定的,人类的生存空间并不是宇宙大的方面和小的方面的绝对分界线,这显然存在着不协调性.是否满足玻尔的对立原理呢(同一个物理世界,不能仅仅因为物体大小的不同,就需要不同的两个理论来描述)?

2、能量标度上升,对称性增高,各种力都走向同一,物理学趋向统一.所以大统一理论(弱、电、强力三者的统一)以及四种力(弱、电、强、引力)的统一,都必然是在极高能标下完成的;能量标度下降,对称破缺产生,四种力(弱、电、强、引力)都逐渐分离,表现不同行为.世界变得复杂,丰富多彩.超低温下有五花八门的现象,其实只是对称破缺的表面现象,我们眼睛观察到的其实都非实相,它们在高能标下其实只有一个本质.现代物理学已经把电磁力与强相互作用、弱相互作用的统一问题起来,可是对于电磁力同种电荷相互排斥,而对于强相互作用作用力的近似方向相反,弱相互作用是从解释 β 衰变提出的,宏观上看近似排斥力,同理强相互作用是近似吸引力,如何理解这一关系?现代物理学认为元素的衰变主要是弱相互作用的结果,并且具有确定的半衰期,是否说明元素的衰变不具有随机性?

3、为了得到弱和电的统一,物理学家大胆假定有 W 粒子作为中间粒子,它的质量要比作为母体的核子大 100 多倍.如果弱电统一理论确实能将两种力统一起来,它就应该能够处理同一理论的特殊情况,即只有电磁相互作用或只有弱相互作用存在的情形,只有一种相互作用的情形应该比两种相互作用同时存在的情形要简单的多.可是温伯格-萨拉姆的弱电统一理论只能处理电磁相互作用和弱相互作用同时存在的情形,而不能处理只有弱相互作用或只有电磁相互作用的情形.强相互作用是作用于强子之间的力,是所知四种宇宙间基本作用力最强的,也是作用距离最短的(大约在 $10^{-15} \sim 10^{-10}$ m 范围内).核子间的核力就是强相互作用,它抵抗了质子之间的强大的电磁力,维持了原子核的稳定.是否说明强相互作用与电磁力是相反的作用?

4、笔者指明了四种相互作用力之间的关系,万有引力与弱相互作用、电磁力与强相互作用是互为反作用力,在此基础上分析了宇宙常数、暗物质与暗能量、引力佯谬和密度佯谬、太阳角动量的逃逸的问题,从根本上说明卡西米尔效应(Casimir effect)是不存在的,定性地解释了“DI 海格立斯双星进动”问题和轻子为何不参与强相互作用,对统一场论的研究可能会有所帮助,不知是否正确?为何基本相互作用都是汤川型强相互作用?爱因斯坦广义相对论可能不是最普遍的引力规律,按照这种假设,暗能量(应该是弱相互作用效应)可能不是实体物质,而是大尺度上偏离广义相对论的几何效应.

5、现代物理学的理论是根据对称产生的,可是我们周围的世界又是不对称的,李政道教授把分立对称性失效的原因列为 21 世纪科技界面临的四大难题之一,您是如何理解这个问题呢?笔者根据现代科技理论提出了对称的相对性与绝对性原理,不知是否正确?另外分析了有限与无限的相对性与绝对性、离散与连续的相对性与绝对性、运动与静止的相对性与绝对性、时空的相对性与绝对性、同时性的相对性与绝对性等.

6、现代物理学认为不同相互作用力在低于大统一能标的情况下没有任何联系,可是大统一能标是人为确定的,现代物理学认为弱相互作用和电磁力是一种力,为此 1979 年诺贝尔奖金授予温伯格、萨拉姆和格拉肖的弱电统一理论,中微子不带有电荷也不具有磁矩,没有电磁力,只存在弱相互作用,如何理解这些关系?现代物理学认为中微子存在运动质量,也应该存在万有引力,运动速度是否会发生变换?大统一理论预言的质子衰变在实验中也没有发现,说明大统一理论也存在着弊端.

7、现代物理学认为波包括三类:机械波、电磁波和几率波,这三种波能否也像各种作用力一样统一在一起?

8、强相互作用和弱相互作用是否也是保守力?笔者指明了万有引力与弱相互作用互为反作用力,在此

基础上分析了宇宙常数、暗物质与暗能量、引力佯谬和密度佯谬、太阳角动量的逃逸的问题，从根本上说明卡西米尔效应是不存在的，定性地解释了大爆炸理论的实验依据，否定了宇宙奇点的存在、宇宙大爆炸理论和黑洞的存在，定性地解释了“DI 海格立斯双星进动”问题和轻子为何不参与强相互作用，对统一场论的研究可能会有所帮助，不知是否正确？为何基本相互作用都是汤川型强相互作用？

X、经典力学方面

1、万有引力定律与库仑定律结构相似，万有引力可以归结为几何效应，而电磁力不能，其背后是否有更深层次的原因？

2、如果考虑到分子内部的斥力，那么是否还会存在黑洞呢？

我对上述问题思考的思路见另一附件——现代物理学基础的思考 1（相对论与量子力学基础的思考），望斧正。

5/6/2017