

“日经”问题大集合

百度物理吧

初稿

Contents

1 公理性假设	3
2 超光速	3
3 永动机	5
4 大学, 专业等问题	6
5 建立在不可能条件上的问题	8
6 各种悖论	9
7 其他	11

1 公理性假设

问题1.1. 如何推导牛顿第二定律？

回答1.1. 牛顿三大运动定律是经典力学体系的基石，也就是类似于公理的东西，是通过实验总结出来的，有人说牛顿第二定律是动量定理推导，确实，一开始牛顿确实是把它写做 $\mathbf{F} = d\mathbf{p}/dt$ ，但这不叫推导，这只是把方程用另一种形式表达出来，或者说，改变一种让初学者更能接受的形式。

问题1.2. 薛定谔方程是如何推导的？

回答1.2. 薛定谔方程是通过量子力学的基本假设总结出来的一个公式，性质和经典力学中的 $\mathbf{F} = m\mathbf{a}$ 是一样的。

问题1.3. 我用拉格朗日方程（哈密顿原理）可以导出 $\mathbf{F} = m\mathbf{a}$ 。

回答1.3. 分析力学和牛顿力学不是一个体系的，或者说，他们的基本假设都不同。打个比方，这是两个房间，你用分析力学的方法导出了 $\mathbf{F} = m\mathbf{a}$ ，顶多是从一个房间走到了另一个房间。这只能算一种验证，不能谈推导。

问题1.4. 光速不变是如何证明的？能用麦克斯韦方程组证明吗？

回答1.4. 光速不变是狭义相对论的基本假设，不能证明。但是它却经过无数实验验证。麦克斯韦方程组本身就没给定特定参照系，但又没有说适合任何惯性系，也就是说，它自成一套理论，没有与经典力学的接口，一开始就没有与伽利略变换扯上关系，要想找个接口使之与经典力学完美结合，就只有几条可选的途径：一是找到绝对的参照系-以太，二是修改方程组，三是修改经典力学。一开始，物理学家们认为经典力学很完美，所以都把精力集中在前两条途径上，只是，麦克斯韦方程组本身很简洁，改来改去，即使改得很丑陋了，仍不能与经典力学完美结合；迈克尔逊-莫雷实验想找绝对的参照系却失败了，之后洛伦兹假定在以太中运动的物体在运动方向上收缩、在以太中运动的钟变慢，完美解释了为什么迈克尔逊-莫雷实验失败，并推导出了洛伦兹变换，洛伦兹这个理论，虽然让电磁理论与经典力学完美结合了，却破坏了相对性原理（根据洛伦兹的理论，相对性原理在物理上不再成立，但在数学计算上仍成立）；再后来，爱因斯坦认为麦克斯韦方程组非常简洁优美，符合奥卡姆剃刀原理，没理由去修改它，由此假定光速不变，把绝对时空修改为相对时空，对经典力学作了修正，得到狭义相对论。虽然狭义相对论看起来很荒谬，但它可完全取代洛伦兹的理论（狭义相对论在物理解释上跟洛伦兹的理论不一样，但数学计算上完全一样），而且没有破坏相对性原理，甚至其它方面也比洛伦兹的理论更符合奥卡姆剃刀原理，所以逐渐被物理界所接受，光速不变假设被公认后也就被称为光速不变原理。

2 超光速

问题2.1. 光速是什么？光速不变是什么？

回答2.1. 光速，即光波传播的速度。真空中的光速是一个重要的物理常数，符号为 c^1 ， c 不仅仅是可见光的传播速度，也是所有电磁波在真空中的传播速度。根据麦克斯韦方程组，我们可以解出真空中 $c = 299792458\text{m/s}$ 。而所谓的不能超光速，指的是信息传递的速度极限为 c 。

狭义相对论基本假设“光速不变”意思是真空中光速 c 相对任何参考系都不变。比如现在有个物体速度 $v = 1\text{m/s}$ ，但相对某个参考系可能它的速度就是0。不过光速不一样，相对哪个参考系都是 c 。

问题2.2. 影子是否能超光速运动？

回答2.2. 在灯下晃动你的手，你会发现影子的速度比手的速度要快。影子与手晃动的速度之比等于它们到灯的距离之比。如果你朝月球晃动手电筒，你很容易就能让落在月球上的光斑的移动速度超过光速。遗憾的是，不能以这种方式传递信息。

问题2.3. 假设一个人能以光速飞行环绕地球飞一年，那么，他一年后回到地球，时间上会有不同吗？

回答2.3. 物理是基于实验的，现在所有的实验以及由实验总结出的理论都说明有静质量的物体加速不到光速。也许你还想说以后随着科学发展这一论断可能不再成立。但是物理是基于实验的，支持有静质量物体可以达到光速的实验一个都没有。

问题2.4. 找一根足够长的绳子（一光年），和一个动滑轮绑在一起，在滑轮上勾住一个物体。绳子自由端在绑一个物体，使动滑轮上的物体加速到光速，那么绳端的物体不就是2倍光速么？

回答2.4. 绳端物体的速度接近 c 十九加不动了。

问题2.5. 两个物体相向运动，一个速度为 v ，一个速度为 u ，若 $v + u \geq c$ ，那相对速度岂不达到或超过光速了？

回答2.5. 相对论速度变换公式

$$v_{\text{relative}} = \frac{u + v}{1 + uv/c^2}$$

问题2.6. 假使有一个质量很小很小的圆盘，半径十分十分大，然后从圆心给个很小的一个角速度，那么最外层线速度可能超过光速么？

回答2.6. 由于相对论质量变化，

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

速度接近光速的时候根据洛变质量会趋向于无穷大，理论上需要无穷大的能量。

¹来自拉丁语中的*celeritas*，意为迅捷。

问题2.7. 现在都在说超光速能回到过去，但是速度超过光速，不就只是看到的是一片黑暗么？而且时间不是单向的吗？只能去未来，不能回去。

回答2.7. 麻烦您看看专业书籍，好吗？

问题2.8. 如果以光作为参考系，不是就达到光速了吗？

回答2.8. 光不能作为参考系。关于这个问题，大家可以参阅光子能否作为参考系呢²。这里简要论述一下，作为一个参考系，最基本的一点，就是如果一个物理量在别的参照系是有限的，在它里面也必须是有限的。简单地说，你不能一转身，地球就变黑洞了。另外，从量子力学的不确定度关系，粒子位置在方向上的不确定度 Δq 与同方向动量的不确定度 Δp 满足关系 $\Delta q \cdot \Delta p \geq h$ ，其中 h 为普朗克常量。光子的动量 $p = h\nu/c$ 。对于确定的光子，若 $\Delta p = (hc) \cdot \Delta = 0$ ，那么 $\Delta q \rightarrow \infty$ ，亦即一个动量（或频率）确定的光子，其位置根本不可能确定，又如何能作为一个参考系呢？

3 永动机

问题3.1. 在不考虑摩擦的情况下，某些装置能永远运动下去。

回答3.1. 永动机并不是指这种情况，不是试图去保持永恒的运动，而是期望在没有外界能源供给，即不消耗任何燃料的动力情况下，源源不断地得到有用的功。

问题3.2. 热寂理论是否正确？

回答3.2. 对于一般的平衡态系统。这是正确的。但对于涉及到引力的系统，这个理论是错误的。一方面引力系统具有负热容，比如恒星，在放热时温度会升高，以其为工作介质的热机不满足卡诺热机定理，因为后者是以热容为正的物质为工作介质时推导出来的。另一方面，引力系统不具平衡态。对于非平衡态，熵并没有很好的定义。

问题3.3. 某种永动机：首先，做一个很小很小的磁铁，大概和花粉粒那么大，最好是做成船型的，这样可以浮在水面上。然后，把这个小磁铁放在一碗水里。于是这个小磁铁会在水面上做布朗运动，一会往这跑一会往那跑。然后，找一个线圈，竖着（垂直于水面）套在碗上。好了，由于小磁铁的布朗运动，线圈中的磁通量会不断改变，于是产生电流。

回答3.3. 第一，任何系统都存在热力学涨落。

第二，任意导体内部电流也存在涨落，即一个电流环本身内部有电流噪声。

第三，这个电流噪声会产生磁场噪声。

第四，微小的磁铁会受到磁场噪声的干扰而附加一个随机运动（姑且叫它噪声运动吧。这个噪声运动所产生的磁通变化要抵消电流环中的电流噪声，即，电流噪声推动小磁铁运动，继而转化为液体的热能。

²郑庆璋，罗蔚茵，大学物理，25卷8期，2006。

第五，小磁铁在电磁噪声驱动下运动的同时，还在做布朗运动。布朗运动的效果与第四条的运动正好相反，它从液体中吸热，继而产生电流噪声。

所以，从第四和第五条来看，布朗运动与噪声运动的效果恰恰相反，最终互相抵消，电流环里面除了热力学涨落造成的噪声以外，没有任何附加的电流。说到底，布朗运动和电流噪声都是热力学涨落的效果，它们互相影响，产生的总体效果仍然是热力学涨落。类似的利用热力学涨落供能的第二类永动机往往会遇到同样的问题：系统内其他的热力学涨落抵消了发电效果。

问题3.4. 没有第一类永动机和第二类永动机，不代表没有第三类永动机。

回答3.4. 不消耗能量而能永远对外做功的机器，它违反了能量守恒定律，故称为“第一类永动机”。在没有温度差的情况下，从自然界中的海水或空气中不断吸取热量而使之连续地转变为机械能的机器，它违反了热力学第二定律，故称为“第二类永动机”。至于第三类永动机，目前还没有这个定义。

问题3.5. 热力学基本定律也不一定是正确的，不能迷信现有的理论。

回答3.5. 我们反对完全迷信现有的理论，也反对完全抛弃前人总结的珍贵知识，如果你说某理论是错误的，请至少举出反例来。

问题3.6. 能不能在电动车上安装发电机，使得电动车不需要外接电源？

回答3.6. 不可行，根据能量守恒定律，如果加上发电机，那么输出的能量不会大于的消耗能量，考虑到现实中有摩擦等损失，加上发电机是没有作用的。当然，现实中也有一种情况是在电动和脚踏一体的车，当脚踏车时，是可以为电池进行充电的，但这种情况较之不充电。人需要消耗更多的能量，除了心理感受好点，也没有实际意义。

问题3.7. 能否应用毛细现象制作永动机？

回答3.7. 不可以，毛细现象是表面能的具体表现，不违背能量守恒定律。当液体吸附上升，如果没有外界提供能量，是不会主动离开的。

问题3.8. 自然界的能量是巨大的，能不能在没有温度差的情况下，从自然界中的海水或空气中吸取热量完全转化为机械能。

回答3.8. 这种永动机是第二类永动机，也不可能制成，是因为机械能与内能的转化具有方向性：机械能可以转化内能，但内能却不能在不引起其它变化的情况下全部转化为机械能。

4 大学，专业等问题

问题4.1. 哪所大学物理系好？

回答4.1. 对于学校问题，这里是高教部给出的2011年中国大学的排名³，是按照师资、学科建设、人才培养以及科研能力等综合考察给出的排名，虽然不能说是100%反映出学校的情况，但还算是比较客观，可以反映出学校的办学质量与科研水平，可以参考。就物理专业来说，上面有的学校是偏工科的，比如清华、哈工大。理科物理北科南是评价最好的。

问题4.2. 我喜欢物理，今后想在大学学物理有关的专业。

回答4.2. 对于理工，这里做出一点说明，当然也只代表我个人的看法。什么叫“和物理有关”，请问这个问题的同学也好好想想。物理是基础学科，大学里除了少数专业不学物理相关的课程以外，大学物理都是必修。如果把关系再拉近点，那就是各类工科专业了，比如电子通信、土木工程，这些专业可以说是物理的实际应用。但是所谓的“和物理相关”也仅仅只是需要学大学物理以及它们能用物理知识解释其原理这个层次了。打个比方，这些都只是物理的远房亲戚。

大学里面物理专业虽然每个学校不同，但是普通物理、四大力学都是必修课程，而这些是那些工科专业不会学的，这也说明了“和物理相关”其实离物理挺远……当然这也并不是说选了这些专业你就不能学物理。工科类吧友在本吧也占有相当一部分的。

在填写的时候还是考虑一下自己的能力，就专业来说，如果真想学物理专业，那也请先想想清楚，衡量学校的实力和自己的实力以及将来的打算。

这里是丽雅姐姐写的一部分⁴：

1.最终的决定权在你手里，任何别人都没有权利干涉你。

2.在此基础上，尽量兼顾父母的感受。

关于选物理专业：我想既不过分渲染其难处（劝退），也不过分煽动。

先谈现实角度，关于物理专业的出路：

我了解的有限，但我感觉这个专业未来的出路和成长路线相比别的专业来说比较单一：

1.理论物理：1A科研，1仅教学（大学）。

2.实验/应用物理：2A科研，2B仅教学（大学），2C进企业/工业界搞研发。

3.转行（这里不细说了）。

上面1和2列举的是对口的岗位，其余的都考虑为“3”。其中，教中学的工作我也没列进去，尽管有相当多物理专业毕业生后来在做这个。

A和B都至少需要博士学位。现在大致的形势是，其中A方面竞争很激烈，因为需求的岗位很少，往往需要名校博士，还常常要海外博士后的经验。2A比1A方面的岗位要多很多，大学物理系里多数人是做实验的。B方面一般需要较知名大学的博士学位。至于2C方面，国内好企业招聘的研发岗位目前还有限，但估计未来会多很多，也就是岗位比高校要多。但2C方面你要面临来自各类工科应用专业的人的竞争。高校的岗位是固定而较少

³http://www.herrank.com/her/rank2011_utypeclassify_top20_utype2_zhpm2011_asc.html.

⁴<http://tieba.baidu.com/p/1118560167>.

的。简言之，如果你希望你读的物理知识能在工作中派上用场，一个较好大学的博士学位是基本的。

而转行，在任何时期（本科/博士/博士以后）我个人认为就亏了，不如当初就读点对口的。

然后谈谈做物理的目的。*We study physics because we want to understand nature only.*

做物理需要强大而持久的兴趣支持，否则将痛苦不堪，因为这一行的成长，枯燥而漫长。一定要喜欢，而且是持久的喜欢。上面那个洋文的句子里，我认为是兴趣的发源，能确保持久。以别的目的为中心很可能偏离航线。而你还需要热爱数学，能做看不到目的的枯燥冗长的计算（理论），能整理乱麻一般的导线甚至做木工钳工的活（实验）。你还需要将英文掌握到可以熟练交流物理的程度。上面列举的枯燥之处仅仅是九牛一毛。所以需要各种兴趣，毅力和发现的喜悦来伴随。

那么是否报考这个专业，无非老生常谈的两点：兴趣；能力。

从上面的兴趣方面看，应当问自己两个问题：

1.平时学习的时候是否有探索发现的乐趣？

2.是不是仅仅看了科普科幻，如高维时空这些绚丽名字产生的3分钟热血，或者觉着Sheldon这样的很酷，甚至仅仅因为常上物理贴吧，从而报考物理？

从能力来看，在前面讨论的，提示这么一个比较恶劣的问题：这个行业，相比别的大多数行业，需要你做的更优异，（尤其是理论物理）而在同行里混的一般，比如前50%，前20%甚至前10%，效果都差不多，都指向“3”，也就是转行，而转行总是亏损的，也达不成你探索发现自然规律的目的。

不过，因为我们的教育体制比较恶劣，现在处于高中毕业，不那么容易估量自己的能力，有些人潜力是很大的。但可以问自己这么几个问题：

1.除了省里第一第二这样的中学，我的数学和物理成绩是否常轻松称霸全年级的所有同学？

2.英文是否很困难？

3.学习方法是否足够科学冷静？（在做到第一条之前，不去盲目提前学习大学的东西）

4.是不是很依赖老师？

第1条显得比较残酷，但涵盖了差不多99%我所认识的例子。总有那1%的。但相信自己是那1%的时候，不妨最后问自己一个问题：我为什么是那1%？

5 建立在不可能条件上的问题

问题5.1. 绝对零度下时间会静止么？

回答5.1. 绝对零度和时间静止没有本质关联。

问题5.2. 有比绝对零度还低的温度吗？

回答5.2. 没有。

问题5.3. 分子热运动可以完全停止吗？

回答5.3. 是不可以的。因为温度是分子热运动的表征量，分子热运动完全停止意味着温度要达到绝对零度，这是不可能的。所以分子热运动不可能完全停止。

问题5.4. 如果达到了绝对零度，微观粒子还有能量吗？

回答5.4. 即使是绝对零度还是有能量存在的，这种能叫零点能量。但是零点能量的提出却是架立在量子力学上，事实上绝对零度还是不可能达到。1913年，Einstein与Otto Stern发表了一篇文章，首次提出所有振子在绝对零度时，仍存有的一种残余能量。这就是零点能量。即使绝对零度无法达到，但是零点能量却已经被实验证实。

问题5.5. 绝对零度能把质量变为零吗？

回答5.5. 不能。

问题5.6. 外太空是绝对零度吗？

回答5.6. 不是，宇宙是有2.7K的辐射背景。

问题5.7. 可不可以通过某种方式达到绝对零度？

回答5.7. 不可以，因为热力学第三定律告诉我们不可能用有限个步骤使物体冷却到绝对零度。

问题5.8. 速度有极限—光速。如果物理内分子的平均速度达到光速（理论上），那么分子的平均动能就可以达到最大值，此时的温度就应该是高温的极限。那么，为什么人类能通过理想状态算出低温的极限却没有人算出高温的极限？仅仅是它不常见么？

回答5.8. 当温度很高时，温度正比于分子平均动能。当分子运动速度趋近于光速时，动能计算不能用通常的 $E_k = mv^2/2$ ，而应该用相对论公式 $E_k = (m - m_0)c^2$ （ m_0 为静质量）。当 v 趋于 c 时，这个公式计算出来的动能趋于无穷大，也就是说理论上温度无穷大。当然要说实际操作上的问题，这就很复杂了。

6 各种悖论

悖论1 (芝诺悖论). 芝诺提出过的悖论很多，但最有名的还是那四个：二分法，阿基里斯追乌龟，飞矢不动和运动场。这四个悖论的出处，都是亚里士多德的《物理学》，亚里士多德记载的目的就是为了说明芝诺的错误。下面就是芝诺的悖论。

二分法悖论：“运动不存在。”理由是：位移事物在到达目的地之前必须先抵达一半处。

阿基里斯追乌龟悖论：先说一下，阿基里斯(Achilles)，并非荷马史诗《伊里亚特》中的英雄阿基里斯，而是古希腊奥运会中的一名长跑冠军。

这个论点的意思是说：一个跑得最快的人永远追不上一个跑得最慢的人。因为追赶者首先必须跑到被追者的起跑点，因此走得慢的人永远领先。

飞矢不动悖论：如果任何事物，当它是在一个和自己大小相同的空间里时(没有越出它)，它是静止着。如果位移的事物总是在“现在”里占有这样一个空间，那么飞着的箭是不动的。

运动场悖论：跑道上有两排物体，大小相同且数目相同，一排从终点排到中间点，另一排从中间点排到起点。它们以相同的速度沿相反方向作运动。芝诺认为从这里可以说明：一半时间和整个时间相等。

回答6.1。这些悖论当然是错的，下面让我们来看看亚里士多德的解释，虽然很粗糙，但是相当有趣。芝诺说有限的空间可以分割成无限多个部分，因此无法在有限的时间内完成。可是亚里斯多德很聪明地指出，芝诺显然没有意识到他对空间的分析也可以用在时间上，因为有限的时间跟有限的空间一样，也是可以分割成无限多个部分的。因此用有限的时间完成有限的空间是完全可以的，因为那实际上是用无限多个时间部分来完成无限多个空间部分。亚里斯多德并且表示，无论是空间、时间还是其它连续的东西，当我们说它们“无限”时必须区分两种含义：一种是分割意义上的无限，一种是延伸意义上的无限。芝诺显然混淆了两者。用比较现代的观点来看，它只是把完成无限多个步骤与需要无限多的时间混淆在了一起。或者用级数的语言来说，它只是把一个收敛的级数纯以项数而论视为了无穷。

悖论2 (落体悖论)。落体悖论是伽利略的杰作。古代的学者们认为，物体下落的快慢是由它们的重量大小决定的，物体越重，下落得越快。生活在公元前四世纪的希腊哲学家亚里士多德最早阐述了这种看法。亚里士多得的论断影响深远，在其后两千多年的时间里，人们一直信奉他的学说。但是这种从表面上的观察得出的结论实际上是错误的。伟大的物理学家伽利略用简单明了的科学推理，巧妙地揭示了亚里士多德的理论内部包含的矛盾。他在1638年写的《两种新科学的对话》一书中指出：根据亚里士多德的论断，一块大石头的下落速度要比一块小石头的下落速度大。假定大石头的下落速度为8，小石头的下落速度为4，当我们把两块石头拴在一起时，下落快的会被下落慢的拖着而减慢，下落慢的会被下落快的拖着而加快，结果整个系统的下落速度应该小于8。但是两块石头拴在一起，加起来比大石头还要重，因此重物体比轻物体的下落速度要小。这样，就从重物体比轻物体下落得快的假设，推出了重物体比轻物体下落得慢的结论。亚里士多德的理论陷入了自相矛盾的境地。伽利略由此推断重物体不会比轻物体下落得快。

悖论3 (法拉第吊诡)。由于此悖论较为复杂，有兴趣的同学可参考维基百科。⁵

悖论4 (双生子佯谬)。佯谬也是属于悖论的一种。这个佯谬是一个有关狭义相对论的思想实验。有一对双生兄弟，一个登上一宇宙飞船作长程太空旅

⁵<http://zh.wikipedia.org/wiki/%E6%B3%95%E6%8B%89%E7%AC%AC%E5%BC%94%E8%A9%AD>.

行，而另一个则留在地球。结果当旅行者回到地球后，他发现自己比留在地球的兄弟更年轻。这个结果似乎与狭义相对论矛盾：双生兄弟中的每一个人都认为对方相对于自己运动，因此由于时间膨胀的作用，每一个人都认为对方应该比自己年轻。狭义相对论指出所有观测者都有同等意义，没有任何一个参考系（frame of reference）是会获得优待的。因此旅行者会预期回到地球后会看见比他更年轻的双生兄弟，但这就与他兄弟的想法恰好相反。但实际上旅行者的期望是错误的：狭义相对论并没有说所有观测者都有同等意义，而是只有在惯性系中的观测者（即没有进行加速运动的观测者）才有同等的意义。但宇宙飞船在旅途中毫无疑问是至少加速过一次的，所以旅行者并不是惯性系。反之，留在地球上的兄弟在整个航程中都是在惯性系之中（如果忽略源自地球质量及移动所带来的相对较小的加速度），所以他能够把他跟他兄弟分辨开来。有些人在解决这佯谬时会认为狭义相对论并不能够用于加速中的物体，而只可使用广义相对论，这是不正确的。举个例说，该对双生兄弟的年龄是可以借着求时空间隔在他们任何一个惯性系中所行走的时空路径（这些路径被称为世界线）上的积分来准确地计算出来的。狭义相对论唯一不适用的情况是当重力的影响是不能被忽略的时候，这时就真的需要用到广义相对论。这个结果是由狭义相对论所推测出的（移动时钟的时间膨胀现象），而且能够透过实验来验证：科学家能够在地面上探测到大气层上层产生的 μ 子。如果没有时间膨胀，那些 μ 子在未到达地面之前就已经衰变了。

悖论5 (薛定谔的猫). 这往往被认为是一个悖论。自薛定谔的时代开始，人们提出了很多其它的对薛定谔的猫问题的量子力学诠释，它们对叠加态存在的时长和波函数什么时候（或是否）坍缩给出了不同的答案。这里并不是为了解决这个悖论，这里仅仅为大家做一些科普，了解一下各种量子力学的诠释。哥本哈根诠释是这样认为的，当观察发生时，系统不再处于叠加态而成为两者之一的一种状态。这个实验清楚地表明了在这个诠释中测量，或观察的概念是不清晰的。这个实验可以被解释为，当盒子关闭的时候，系统同时存在于“衰变的原子，死猫”和“未衰变的原子，活猫”的叠加态，只有当盒子被打开，实施观察时，波函数坍缩为两者的一种状态。多世界诠释是这样认为的，当盒子被打开后，猫的活和死的状态都延续了下来，但互相发生了退相干。换句话说，当盒子被打开的时候，观察者和猫分裂成了一个观察者看着盒子里的一只死猫，和一个观察者看着盒子里的一只活猫。但是自从死和活的状态退相干发生以后，它们之间就不再具有有效的信息交流或相互作用。系综诠释是这样认为的，系综诠释指出叠加态仅仅是一个更大的统计系综的一部分。态矢量并不适用于单个的猫实验，而仅仅适用于被类似准备的许多猫实验的统计。这种诠释的支持者说这使得薛定谔的猫佯谬成为了一个没有意义的，不是问题的东西。以上只是一些关于量子力学比较的主流诠释，当然最最主流的当属哥本哈根诠释。

7 其他

问题7.1. 单摆周期的精确公式是什么？

回答7.1. 假设单摆的最大摆角是 θ ，摆长为 l ，根据能量守恒，在摆角为 α 时，有

$$v = \sqrt{2gl(\cos \alpha - \cos \theta)}.$$

根据速度的定义式，可得微分方程 $dt = ds/v$ 。对上式两边积分，有

$$\frac{T}{2} = \int_{-\theta}^{\theta} \frac{l}{\sqrt{2gl(\cos \alpha - \cos \theta)}} d\alpha.$$

上式的右边是一个椭圆积分，没有解析解。当最大摆角较小时，即 $\theta \leq 5^\circ$ 时，可认为

$$\cos \alpha = 1 - 2 \sin^2 \frac{\alpha}{2} \approx 1 - 2\left(\frac{\alpha}{2}\right)^2 = 1 - \frac{\alpha^2}{2}.$$

那么

$$\frac{T}{2} = \int_{-\theta}^{\theta} \frac{l}{\sqrt{2gl(\cos \alpha - \cos \theta)}} d\alpha \approx \sqrt{\frac{l}{g}} \int_{-\theta}^{\theta} \frac{d\alpha}{\sqrt{\theta^2 - \alpha^2}} = \pi \sqrt{\frac{l}{g}}.$$

这样就得到了单摆摆长的近似公式 $T \approx 2\pi\sqrt{l/g}$ 。

问题7.2. U盘里放满东西后质量会变吗？

回答7.2. 要解决这个问题，首先要搞清楚U盘的工作原理。U盘里面有个电可擦写存储器，数据存在存储器里面，通过外面的控制电路读写这些数据。存储器里面有很多很多存储单元，每个单元的核心是包埋在绝缘的二氧化硅中的一小块半导体。工作原理是让控制在二氧化硅绝缘保护中的这个浮栅极（一小块半导体材料）上带不带的电荷。不带电荷是1，带电荷是0。新出厂空的单元里面写的全是1。

问题7.3. 硬盘里放满东西后质量会变吗？

回答7.3. 硬盘的工作原理其实就是电磁感应，磁头划过，改变磁性存储单元的外磁场。假设北极是1，南极是0，改变磁性介质单元的磁矩方向就是在进行信息的写入和读取工作。那么所谓的“放满东西”不过是改变了磁介质单元的磁矩方向而已，因此不会改变硬盘质量。

问题7.4. 根据 $E = mc^2$ ，放满东西后硬盘不是质量会增加吗？

回答7.4. 会这么说只能认为是强词夺理，最重要的是硬盘储存进信息后改变的其实是势能。如果你非要问质量是否有改变，那我明确告诉你，如果考虑这点信息带来的能量改变所对应的质量，还不如考虑磁头磨损的质量。

问题7.5. 1kg水能否浮起2kg的木头？

回答7.5. 可以。找一个圆玻璃杯，再把一个比玻璃杯直径略小的圆柱体木头放进去，不需要灌入超过木头质量的水就可以把木头浮起来。

问题7.6. 根据阿基米德原理，物体所受的浮力等于排开液体所受的重力。是不是与上面的回答矛盾？

回答7.6. 浮力是由压强差引起的。现推导浮力公式。将一物体分为很多个竖直的细条，使得上、下底面均可认为是平面。取其中一细条，设其下底面面积为 ΔS_1 ，其与水平面夹角为 θ_1 ，记 $\Delta S_1^* = \Delta S_1 \cos \theta_1$ ，设下底面压强为 p_1 ，并以上表面类似地定义 $\Delta S_2, \theta_2, \Delta S_2^*, p_2$ ，不难得 $\Delta S_1^* = \Delta S_2^* = \Delta S^*$ 。同时设该细条在竖直方向上受到向上的力为 ΔF ，很显然有 $\Delta F = (p_1 - p_2)\Delta S^*$ 。设下底面到液面的高度为 h ，那么

$$\Delta F = (p_1 - p_2)\Delta S^* = \rho gh\Delta S^*.$$

这些细条所受竖直方向力之和

$$F = \sum \Delta F = \sum \rho gh\Delta S^* = \rho gV.$$

很显然，上式中 V 意味着物体浸入液体的体积。而物体浸入液体的体积和液体本身的体积无关，因此可以满足1kg水浮起2kg的木头。

当然，前面的分析都是在经典物理范围内的。实际上浮力或压强的产生是大量分子热运动产生的统计效应。如果水膜过薄，分子间的相互作用显现出来，阿基米德浮力定律就失效了。

问题7.7. 在密闭的车厢里有一只苍蝇悬停在空中，相对没有苍蝇的同样车厢，会更重吗？

回答7.7. 是的。做一个简单的受力分析，苍蝇悬停在空中，受到的力为重力和空气浮力，是一对平衡力。由于作用力和反作用力大小相等，方向相反，苍蝇对空气也有和自身重力等大的向下压力，空气对车厢底部的压力也更大。