

夸父可以追上“光”吗？（转载）

原创：井上菌 中科院物理所

古有夸父逐日，其实也就是夸父一直在**追赶太阳落下的地方**。现在如果简单计算一下，可以知道：夸父只要能跟的上**地球自转的速度**，就可以一直看到太阳。

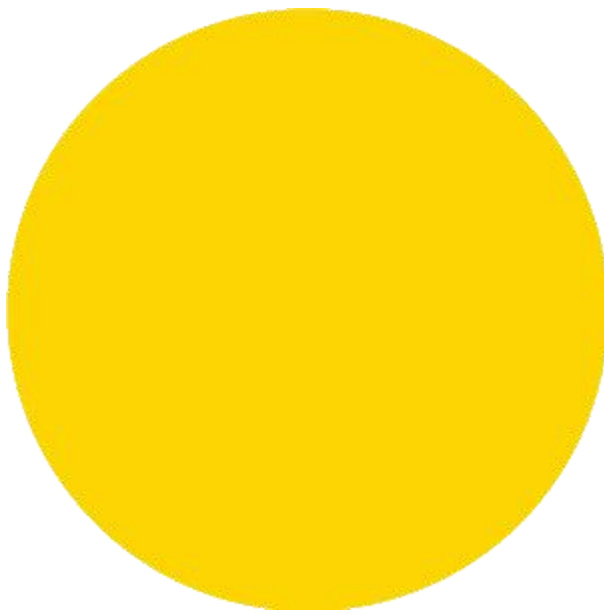
夸父逐日

假设夸父站在赤道，已知地球平均半径为 6371 千米 [1]，计算可知，只要夸父速度可以达到 **1668km/h**(也就是 463m/s)，就可以保证一直看到太阳了（假设太阳此时直射赤道，忽略地球公转影响）。

听上去好像不难？那么我们来看看地球上跑的最快的生物能有多快呢？能不能达到这个速度呢？



跑快快



跑的最快的生物有多快？

What is the fastest speed of the creature?

如果按照人类体能来估计，100 米赛跑中跑的最快的男子的记录是 2009 年牙买加的博尔特（Usain Bolt）创造的记录，**9.58 秒**，也就是速度大约是 **10.44m/s**。^[2] 离 463m/s 还是差了很大一大截。



跑步中的博尔特

那么地球上的其他生物可以达到逐日的速度嘛？

陆地上最快的陆生动物是猎豹，其记录的最快速度是 **120.7km/h** (33.53m/s)，而最快的鸟游隼的速度是 **389km/h** (108m/s)。[3]



别看我小，你跑的有我快吗？

其实不同类别的生物比较时，应该使用**相对于自身体长的速度**才有比较意义。因为一只蚂蚁与一只大象相比虽然蚂蚁摆动脚的频率更快，但是还是不及大象的速度。

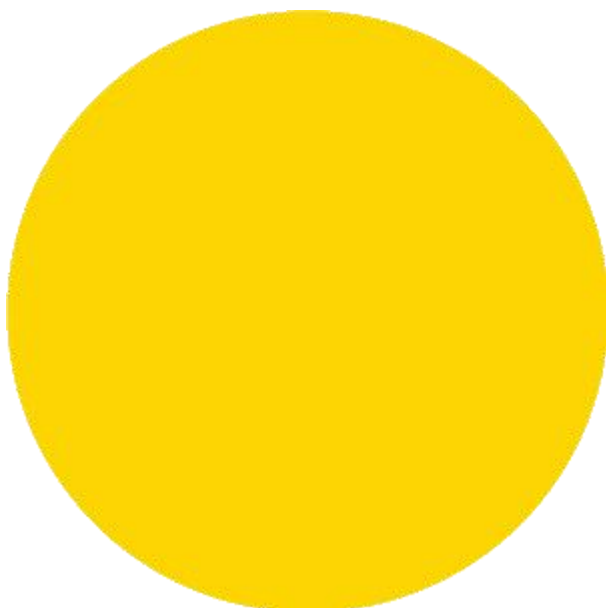


溜了溜了

比如一种叫南加州螨的螨虫，能够达到每秒 **322 倍**自身长度的移动速度。

[4] 如果人类可以达到这个速度的话，对于一个 1.8 米的人来说，速度就可以达到 **580m/s**。已经远远超过音速，也可以实现夸父的梦想了。

但是其实对于普通生物甚至是机器来说，速度达到超音速已经很困难了。



跑的比声音快会怎么样？

How about running faster than sound?

世界上跑得最快的生物的速度其实都远远小于音速，音速在 1 个标准大气压和 15 摄氏度的条件下，约为 **340m/s**，也就是 1224km/h。



琦玉老师：我不能达到？（开玩笑）

如果物体的移动速度超过音速，那就会形成一种叫做“**音障**”的东西。

因为声音的传播速度是**有限**的，所以移动的声源是可以追赶并超过它们发出的声波的。随着物体的速度增加到音速，这些声波开始堆积在物体前面。如果物体具有足够的加速度，它就可以冲破声波所形成的屏障。当物体超过该屏障时，会引起堆积的声波附近的压力变化，从而会以爆炸或者音爆的形式传出。[5]

飞机加速到超音速的过程

如果我的速度可以达到甚至超过声速，那你跟我讲话，我是不是就可以昂首挺胸的跟你讲：“你说啥，我听不到。”

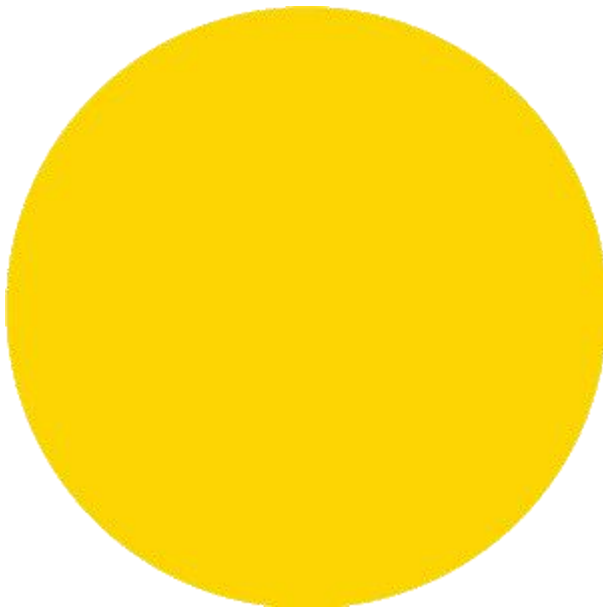


我是真听不到，不是假听不到

其实可以达到音速甚至超过音速的东西有很多，比如打陀螺用的**鞭子的末端**，以及最重要的应用——**超音速飞机**。



超音速飞机形成的普朗特-格劳厄脱凝结云



那比光速还快会怎么样呢？

What about faster than the speed of light?

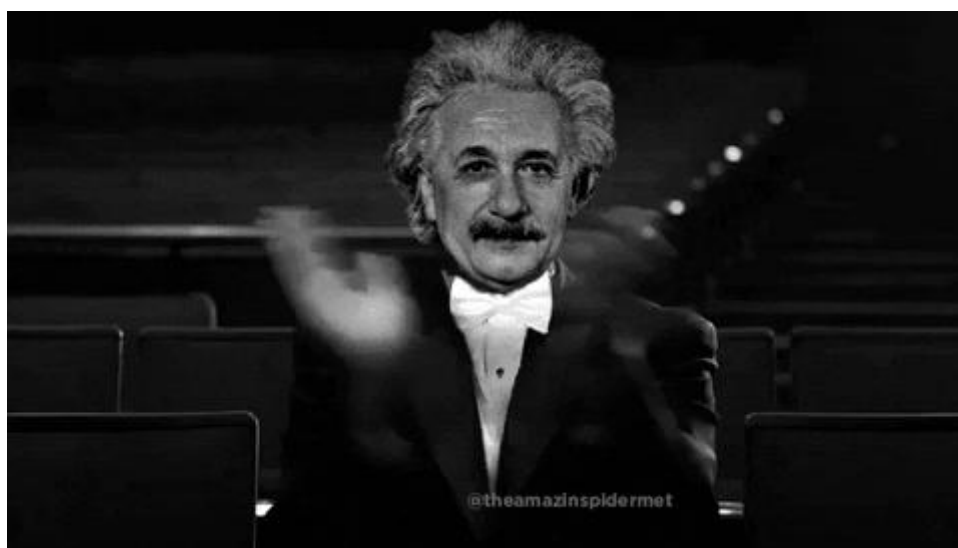
如果，速度还能更快一点，达到甚至超过光速会怎么样呢？



真的可以嘛？

但是我们却知道宇宙第一大交通规则——没有什么可以比光速快，而真空中的光速又恰好是每秒 **299792458 米**。[6]

我们知道了光以有限的速度传播，但是它为什么是有限的呢？这个问题爱因斯坦思考完之后，提出了一个疯狂的解决方案：**物体的运动必须以某种方式使时间变慢**。时间不再是恒定的了，所以相对论诞生了。



没错，正是在下

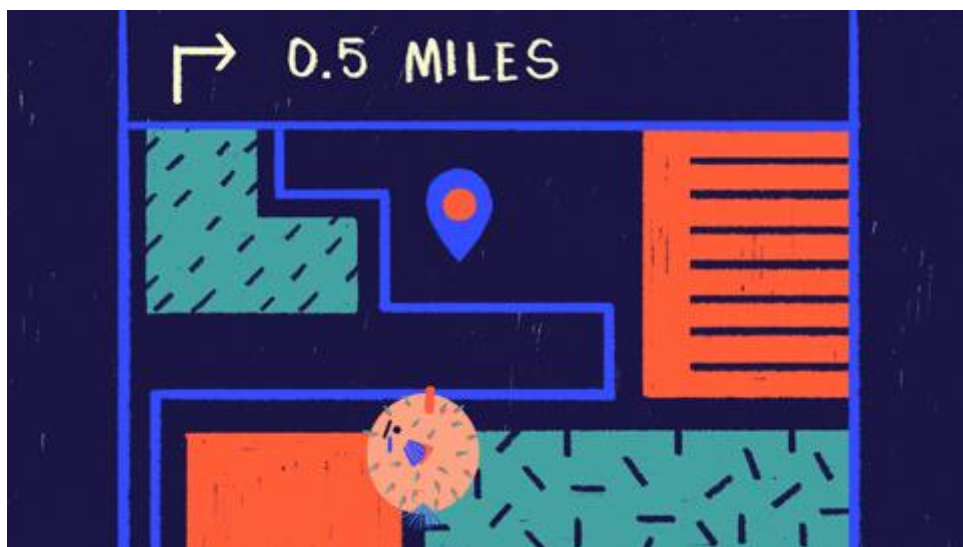
许多实验都证实了爱因斯坦的预测。

1964 年，麻省理工学院的比尔·贝托佐（ Bill Bertozzi ）将电子加速到一系列不同的速度。然后测量了它们的动能，发现随着电子的速度接近光速，电子变得越来越重，直到它们重到不可能产生更快的运动了。而这个**临界速度就是光速**。

光

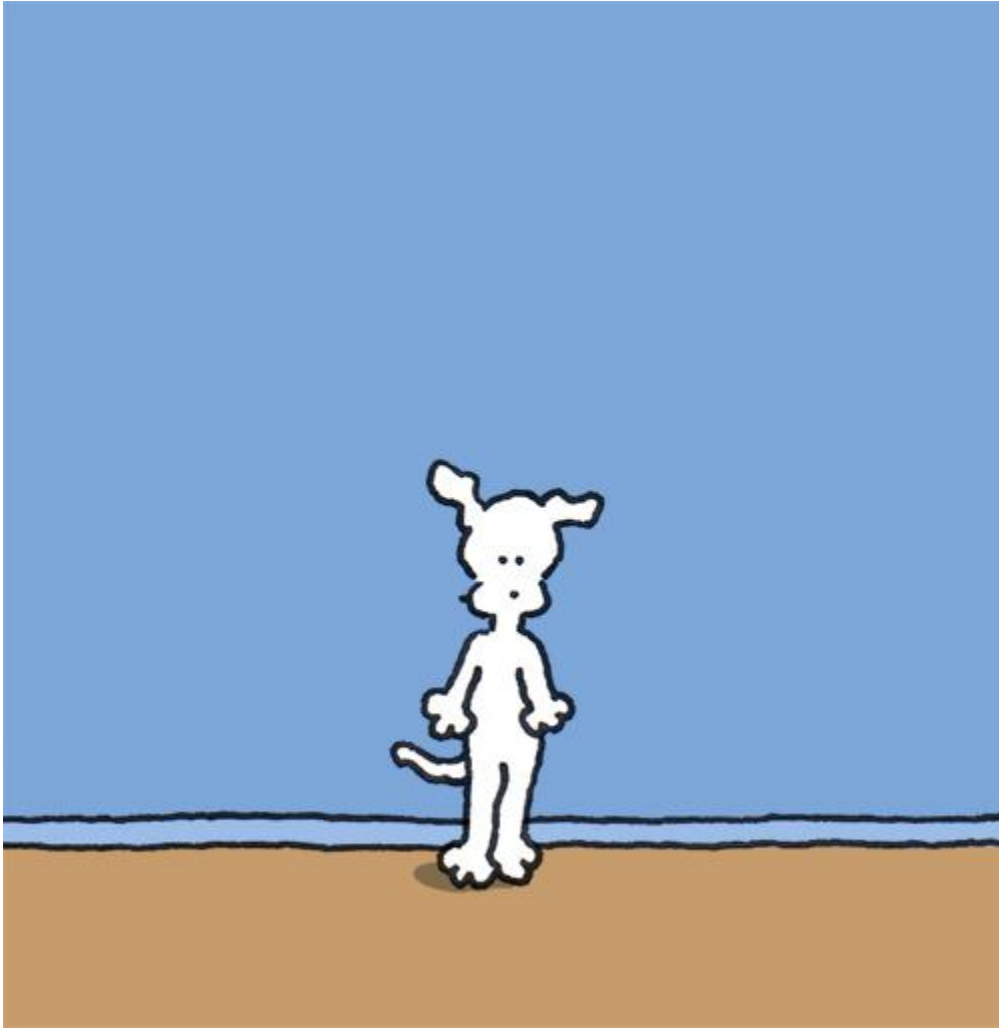
而在另一项实验中，物理学家约瑟夫·哈菲尔等人在世界各地的商业客机上装了**同步的超精确的铯原子钟**。正如预言的那样，时钟的时间变慢了。也就是，事物的传播速度越快，它得到的能量越大，时间也就越慢。而环绕地球运行的 GPS 卫星就要考虑到时间变慢的问题，否则 GPS 将失去作用。

[7]



GPS 定位导航系统，拯救了路痴的小编

由爱因斯坦的狭义相对论，能量和质量是紧密相连的，所以**任何质量随光速变化的东西都需要无限量的能量，从而导致其质量也变得无限大**，所以，这是不可能的。



不可能的

但是我们知道，当光通过一个透明介质时，光不仅会发生反射与折射等现象，**当光在介质内部的时候，光速会减小，且会跟介质的折射率成反比。**

n 是介质折射率， c 是光速， v 是介质中的光速。[8]

例如光在水中的传播速度仅仅为 $0.75c$ 。而在核反应期间或者粒子加速器中，物质的速度可以超过此时的光速（显然光速此时小于 c ）。当带电粒子（最常见的是电子）穿过电介质时就会发生切伦科夫辐射，此时**电子的速度大于光在该介质中的传播速度**。

与音爆类似，波的传播速度比超速物体慢，就跟形成冲击波前沿一样，只不过电子在穿过时会产生**光冲击波**，而且超过的速度是光的相速度，而不是光的群速度。



切伦科夫辐射的模拟过程

此时，你不会听到巨大的声响，而是会看到蓝色的像“灯臂”一样的东西。

[9]

这就是爱达荷州国家实验室的高级测试反应堆中发生的事情。该反应堆侵入水中以帮助保持冷却。当电子跑赢光子时就会产生“大蓝臂”，这个以1934 年发现它的苏联科学家名字命名——切伦科夫辐射。

发生在爱达荷国家实验室先进测试反应堆的核心

切伦科夫辐射用途也很多，在放射性同位素的医学成像和外照射疗法、天体物理实验和粒子物理实验等方面有着很重要的应用。 [9]



它很重要

虽然夸父追不上“光子”，但是我们可以取巧，让电子追上它，而我们就可以看到美丽的“**切伦科夫辐射**”了。

换句话说，如果你能追上前面一个人，那么是不是你也就可以看到什么更好的风景呢？

Feel Better

Chicken
soup
for you →

