

科学和哲学论坛

人择原理(连载十四)

姜水根

陈青华

(浙江省宁波效实中学 宁波华茂外国语学校 浙江省宁波效实中学)

一、世界的尺度

人认识世界是从自身开始的,一方面,从自身到身边的房子村落,再到山川河流,直至天地宇宙,由近及远、从小到大认识世界;另一方面,从自身到身边的花鸟鱼虫,再到细胞结构、分子、原子,直至基本粒子,从大到小地研究世界的组成。后来人们发现对最大的宇宙的探索和对最小的基本粒子的研究是相通的,于是得到了这张图(如图1所示)。这是个被称为“奥拉波鲁斯”的图,即埃及和希腊的一种有象征意义的蛇,蛇把尾巴咬在自己的嘴里,表示不断地自我吞食和再生。这张图现在印在中学物理教科书上,从这张图上可以看出,我们人类的尺度是 10^0 m,目前人类认识到世界上最小的微观粒子尺度是 10^{-15} m,而最大的宇宙尺度是 10^{27} m,世界的尺度从最小到最大共跨越了42个数量级。

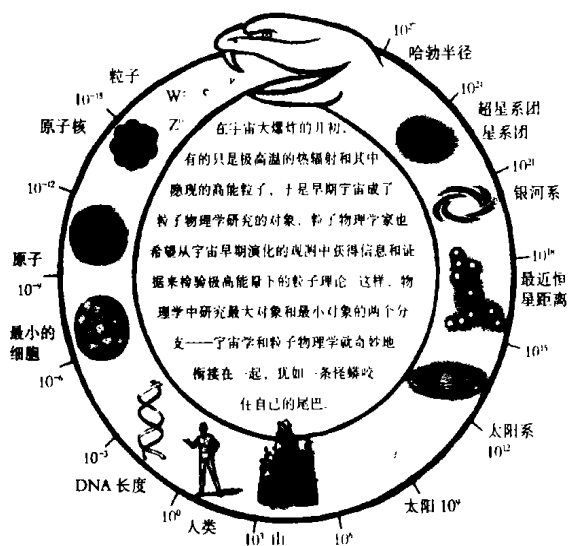


图1

事物的尺度如此天差地别,宇宙真是浩瀚无边!但人类的理性却试图把握这浩瀚的宇宙。在认识纷繁复杂的世界时,人们倾向于寻找事物之间的相似性,观察事物之间的联系,进而观察世界的秩序。

相似性对人们认识世界是十分有用的。大体积的钟和小体积的钟是相似的,大球和小球是相似的,长短

不同、倾角相同的斜面也是相似的,等等。在物理上,对于这些相似的物体的研究,例如研究指针的运动、计算球心位置、研究物体在斜面上的运动时,规律都是一样的。显而易见,相似性显示了一些事物之间的共性,人类的很多发明创造都受到相似性的启发。人们在造一幢大楼或一架飞机、一艘舰艇之前要做一个模型,在相似模型上的研究获得成功,再投入正式的生产。

更有一种自相似的现象,那就是图形的一部分跟自身相似,对数螺线就有自相似结构。我们也可以构造自相似图形,从正三角形出发,每条边的中间三分之一处隆起一个正三角形,按照相似的原则做到无穷小,就形成雪花图形(图2所示),这是一个周长无限长而面积却有限的、具有自相似结构的图形。同样,海岸线也有自相似的结构,曲折的海岸线的每一个细部,又有更细微的曲折,用不同的尺度量同一海岸线,将得到不同的长度,尺子越短量得的海岸线越长。又如图3所示,是花粉做布朗运动时每隔30 s画出的位置的连线,显示出花粉的运动极不规则,如果时间间隔取更短时,可以看出,在30 s内花粉的运动也显示这种不规则性,这就是花粉运动的自相似。自相似性在学习生活中比比皆是,电学中的无穷网络电路,树枝、叶脉的分叉等等。自相似性似乎告诉人们,尽管事物的尺度差别很大,但不同尺寸的事物,其遵循的规律是相同的。

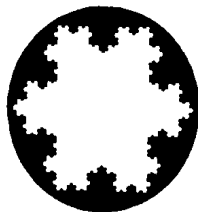


图2

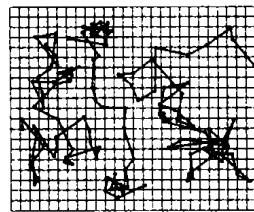


图3

在探索微观世界时,人们发现原子系统和太阳系具有某种相似性,原子核和液滴也有某种相似性。这些相似性是否在暗示我们,宇宙也可能是一个自相似系统呢?宇宙中的事物可以按比例任意地放大和缩小吗?像夸父那样的巨人有可能存在吗?哲学总是启示我们世界是无限的,而科学则经常提醒我们世界是有

限的。

水银珠当它的直径小于 3 mm 时呈球形,稍大一些就呈现椭球体,若再大就成了水银饼,也就是说,超过一定的尺度时,水银的形状就不能放大成相似的球形。可见,规律经过放大并不总是有效的。人类观察星空,发现所有的天体都是球形的,都是相似的,但是后来人们又发现,在火星和木星之间有一个小行星带,这里的小行星很多就不是球形。为什么小行星就不是球形了呢?这是因为当天体很大时,万有引力决定天体的形状,当天体小到一定的程度,这时由于万有引力太小,天体的形状就由电磁力来决定了。所有的生物都不能无限放大,例如我们自身就不能按比例放大,可以设想,如果人的尺度按比例放大为原来的 2 倍,那么人的体重就是原来的 8 倍,体重太大将使人难以承受。同样,生物也不能无限缩小,生命体是一个具有新陈代谢功能的复杂的有机体,如果生物体拥有的分子数不够多,就不可能有足够复杂的结构,使之具有生命的功能,所以生命体之微也是有极限的。

总之,世界是有尺度的,现实世界的尺度,不仅是自然的,而且是合适的。

二、人择原理

如果说相似性给人以启发,那么不相似性给人以深思。对事物的尺度的研究,使人发现,不同的尺度会产生不同的世界。

地球和月球两者相比,地球的半径是 $R=6.4 \times 10^6$ m,质量是 $M=6.0 \times 10^{24}$ kg,可算得地球表面的逃逸速度是 11.2 km/s。而月球就小得多,它的半径是 r

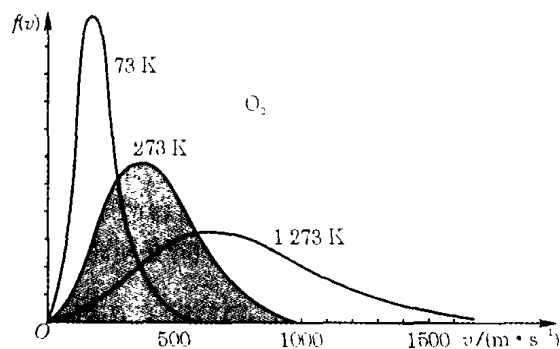


图 4

$=1.7 \times 10^6$ m,质量是 $m=7.35 \times 10^{22}$ kg,计算得到月球表面的逃逸速度是 2.37 km/s。麦克斯韦研究了气体的速率具有按正态分布的规律(如图 4 是氧气分子的速率分布),可见当温度在 0 °C 时,氧气分子的平均速率约是 400 m/s,温度在 1000 °C 时,平均速率超过 700 m/s。研究表明,在一个星球上,只有当它的逃逸速度达到气体的平均速度的 6 倍以上时,才能长久地维持星球上的气体不扩散到太空中去。可见,像月球、小行星这样质量不够大的天体表面,都是没有大气的,即使在它们的形成之初曾经有过大气,经过漫长的岁月

也必然散逸殆尽。地球的大小对我们来说是适宜的,它有足够的质量产生足够大的引力吸引着我们赖以生存的大气,使之不散发到太空中去。

事实上,地球的质量既不太小,又不太大,而是恰到好处,这使得地面的引力大小与分子间的电磁力配合默契,使复杂的生命得以诞生。同时,地球自转的周期是 24 小时,也就是一天。在一天当中,地面有一半时间接收太阳的辐射,一半时间处在黑暗之中。这样的一个周期使得地面既不太热也不太冷,水主要以液态方式存在,而海洋是地球生命的摇篮。

万物生长靠太阳,太阳是离我们最近的恒星,我们的存在与太阳是密不可分的。太阳是一颗长寿的恒星,从它诞生至今已有 50 亿年了,现在我们正处在太阳的壮年时期,太阳还可以稳定地燃烧 40 亿年。太阳的大小是合适的,如果太小它就不足以产生核聚变,如果太大,就将因为核聚变太剧烈而大大地缩短它的寿命。我们真应该庆幸我们拥有一颗如此稳定的太阳,生物从原始生命进化到人类需要这么长的时间。

地球与太阳的距离为 1.5×10^{11} m,这是一个非常合适的距离,太阳发射光的能量,其中有 22 亿分之一给了地球,使在地球上获得太阳的能量既不太多,也不太少。正是太阳能量的适量输入,使地球变得如此的生机勃勃。

银河系像一个扁平的铁饼,它的直径有 10 万光年,厚度有 6.0×10^3 光年 $\sim 1 \times 10^4$ 光年。银河系拥有 2000 亿颗恒星,是一个足够大的星系,这样的星系有利于生命的诞生和进化。

我们生活在如此宠幸我们的宇宙中,它给了我们一个好的星系,给了我们一颗好的恒星,更给了我们如此美不胜收的地球。这是出于宇宙的某种偶然呢?还是宇宙演化的必然结果?宇宙在创生时到底有什么机巧在里面,使得它能够演化出对它的演化进行思考的人?

通过对无量纲数的研究,狄拉克发现一个质子和一个电子的静电引力强度与万有引力强度之比为 10^{39} ,宇宙年龄与光穿过原子所需的时间之比也是 10^{39} ,狄拉克虽然不知道为什么存在这么一个大数据 N ,但他认为这不是个任意的常数,两者相等绝不是偶然的巧合,而可能反映了未知的宇宙内在的联系。科学家更进一步研究了跟原子核内聚程度有关的、跟暗物质有关的、跟宇宙膨胀有关的 Ω 、跟宇宙能量结构有关的 Q 以及空间的维度 D ,发现这 6 个无量纲数字组成了一个制造宇宙的“秘方”,它们的值的大小对宇宙演化的结果影响十分灵敏;它们之中任何一个出现失调,宇宙就不可能演化出星体和生命。也就是说,我们宇宙演化到今天的样子,是这 6 个无量纲数精密调谐的结果。这种调谐完全属于巧合呢?还是出于某种必然性?还是出于一位仁慈造物主的神意?科学家对此有不同的

理解。大家比较一致的是,只有在这些数字“正确”组合的宇宙里,我们人类才得以出现。这一认识为我们理解宇宙、理解我们在其中的地位以及物理定律的本性提供了一个全新的视角。

对6个数字所显示出来的精密的调谐,目前还存在多种不同的反应。一种冷静的反应是,如果这些数字没有按适当的“特殊”的方式进行调谐,那么就不会有我们人类的存在,而我们明显地就在这里。因此许多科学家都采取这种立场——用当代理论物理学家霍金的话来说——“我们看到的宇宙之所以这个样子,乃是因为我们的存在”,这就是“人择原理”。我们相信这一原理,因为我们相信人和宇宙有如下关系:宇宙包容我,但我的思想包容宇宙。

三、人择原理的哲学分析

对于人择原理的说法,人们总是心存疑虑。人们不禁要问:人择原理到底是哲学判断、宗教信仰,还是科学原理?

古希腊智者派哲学家普罗泰戈拉提出“人是万物的尺度”,他认为只有人和人的感觉才是判断一切的准绳。人择原理是不是这种哲学思想的继承呢?中世纪基督教教义认为:上帝创造了人,又创造了地球给人居住,并把它放在宇宙的中心,上帝还准备了太阳、月亮给人以照明等等。人择原理是不是在新时代披着科学外衣的宗教呢?

人择原理引起了广泛的质疑和思考,人们从不同的角度都看到了它的“人类中心论”的影子。实际上,提出人择原理的,现在在讨论人择原理的不是仅凭猜测和思辨的哲学家,也不是信奉上帝、以论证上帝的存在为己任的宗教家,而是从事宇宙学研究的科学家。他们通过对世界尺度的研究,特别是对无量纲数的研究,从多种现象归纳出这条原理。

黑格尔有一句名言:“凡是现实的都是合理的,凡是合理的都是现实的”。我们人类既然在宇宙演化到一定阶段诞生、发展并存在至今,我们的宇宙必然有其合理性要让我们人类存在。根据现代宇宙理论,大约150亿年以前,宇宙从大爆炸中诞生,大爆炸后宇宙发生膨胀,随着宇宙的膨胀,宇宙的温度下降,约在50亿年以前形成了太阳这样的第二代恒星以及围绕其公转的行星,太阳的行星中有一颗就是地球。地球在形成之初从岩石中溢出气体,形成原始大气层,地球的原始大气层中并没有我们需要的氧气,而是充满了对现代生命来说是有毒的气体,可能是在无数次的电闪雷鸣中诞生了原始的生命。生命诞生后开始繁衍生息,消化了有毒的气体而放出氧气,生物不断进化,向更高级形式的生命发展。在生物进化的30余亿年的时间里,宇宙保持着临界的速度继续膨胀,正是宇宙以这样适当的速度膨胀,才使生物来得及进行漫长的进化,并在狄拉克假设的两个大数变得相等的时候使人类诞生,使宇宙变

得适合人类生存。

在这里,宇宙的常数如果被稍稍偏离现在知道的初始状态,情况会截然不同。如果电子的电荷稍微有点不同,即狄拉克的大数不是现在的数值,这样要么恒星不能燃烧氢和氦,要么宇宙没有爆炸过,那么就不会有智慧生命的出现。如果宇宙的膨胀速度比临界的速度稍微小一些,那么宇宙早就在没有达到今天的尺度之前就发生塌缩了,不会出现今天的景象。如果空间的维度不是3,而是2或者4,那么就会变成:要么不会产生复杂的生命体,生命体在生成的时候就要解体,要么就会使物质结构或太阳系变得极不稳定。总之,宇宙常数的确被精确地调节,否则宇宙就完全不是现在的这个样子,也不会有我们人类的存在。人择原理能够较好地帮助我们对宇宙进行解释、思考和分析。人择原理是一个有根据的科学原理,它获得了天体演化学的支持。

但是人择原理与其他科学原理所不同的是,人择原理不是一个演绎的原理,而是根据结果反推原因的原理,在方法论上是属于溯因法。当我们用人择原理对宇宙进行分析和解释时,仿佛一切都颠倒了过来,仿佛宇宙的创生其目的就是为了人类的出现。对于人择原理,我们很难摆脱这样的问题,为什么宇宙常数配合得如此之好呢?我们只能用我们的存在来解释吗?

下面是三个不同领域的事件:

(一)抛硬币落地出现正面或者反面朝上(我们称之为硬币演变);

(二)生物在变异时发生不同种类的突变(我们称之为生物演变);

(三)宇宙在发展过程中出现不同的状态(我们称之为宇宙演变)。

我们就把这三件事——硬币演变、生物演变、宇宙演变放在一起进行对比研究。

首先,我们可以看到,它们的共同点是:所有的演变都是由偶然事件组成的。每一次硬币落地后的状态有两种可能,但是哪一面朝上是偶然的;生物个体发生变异时有多种可能,每次突变都是偶然的;宇宙的发展变化也有多种可能,各种宇宙状态的出现都是偶然的。但是这一系列的事件却出现了令人深思的结果:多次的硬币落地展现了正面朝上具有二分之一的比例,物种不断地变异使生物出现了进化,而宇宙则发展成现在的状态,正好适合我们人类的生存。可以看到,事件的演变中出现了规律,这就是在偶然事件中体现了必然性。我们把这三个演变体现出来的必然性称为地择原理、天择原理、人择原理。

对于地择原理,人们不禁要问:地有灵魂吗?地会选择吗?所谓的地择原理并不是大地进行了选择,而是指无数次的硬币落地,使原本属于一个个偶然的事件产生了这样的规律,使正面朝上的次数达到总次数的二分之一,这便是数学上的统计规律,是基于硬币的

实验研究

“力的合成”演示实验的操作改进

周 峰

(江苏省盱眙县马坝中学高中部 211751)

高中《物理》第一册(必修)第一章第五节在研究两个力合成时采用了一个演示实验(详见课本第12面),在教学中笔者对其进行了深入的探究,并和学生、同事进行了探讨,得出两点粗浅体会和看法,提供给同仁参考。

一、为了提高演示的效果,实验最好在竖直平面内进行

如果实验在水平桌面上进行,实验效果很好.作为学生分组实验,教材中提供“验证力的平行四边形定则”的实验极具操作性.但作为课堂演示实验,不利于学生观察,可信度小.若在竖直平面(黑板平面)内进行演示实验,使用带有吸盘的挂钩和定滑轮,全体学生都能观察到,课堂气氛活跃,大大提高了教学效率.

二、实验中不可生搬硬套教材插图中的实验,以降低说服力

分析教材中提供的插图可以看出:一方面,前后实验中钩码的比例为3:4:5;另一方面,橡皮条恰好水平.因此,两个力 F_1 和 F_2 共同作用时,方向必须垂直,且与水平方向夹角分别为 53° 和 37° .如果实验中仅使用钩码, F_1 、 F_2 、 F_3 无法连续调节,只能预先设计一些特殊的情况来进行演示.在这样的实验条件下来

完成演示操作,学生可能认为是教师设下的圈套,从而降低说服力,也使得在改变 F_1 和 F_2 的大小和方向的前提下,重做实验难以进行.

三、改进演示实验的操作

笔者在教学演示中采用沙筒、沙粒,天平配合钩码

进行实验操作,收到较好的课堂效果.具体做法如下:

如图1所示, G 和 L_1 、 L_2 、 L_3 为带有吸盘的挂钩和定滑轮, P 为沙和沙桶.实验中可以通过任意移动定滑轮位置改变 F_1 、 F_2 和 F 的方向,在甲图中通过改变钩码的个数,即改变 F_1 、 F_2 大小,在乙图中通过改变钩码的个数和沙粒的质量以达到改变 F 的大小,从而实现微调的目的.

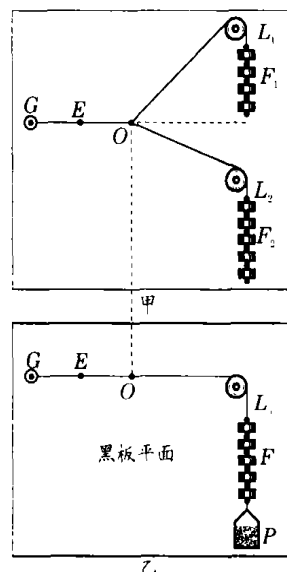


图 1

正面朝上与反面朝上是机会均等的,如果硬币两面不对称就不是一半的可能性,而可能是另一个确定的概率.至于天择原理,也并不是天有灵魂,天会选择,而是指生物在代代相传的过程中,受到自然环境的限制,各个物种群体在“物竞天择,适者生存”的规律作用下,使得在漫长的进化之路上,生物一代比一代进步,一代比一代更适应自然环境.

那么人择原理呢?人有灵魂,人是会选择的,但是人有权利进行选择吗?在宇宙发展的漫长岁月,人类还没有诞生,显然,人择原理也不是人进行了选择,而是宇宙形成的过程中发生了这样的情况,宇宙中的几个常数进行了精细的调节,使得宇宙在某个阶段适合人类的诞生和生存.

虽然从宇宙的演化来看,生命的出现,尤其有着智慧的人类的出现,是这样地具有偶然性,但是正如黑格

尔所说的,必然性通过偶然性为自己开辟向前发展的道路.黑格尔的论述是在无数个具体事件中抽象出来的哲学分析,至于在每一个具体的领域,怎样通过一系列偶然事件展示出必然性的具体机理正是科学家要研究的课题,而人的理性要追求的恰恰也是这一点.对于地择原理人们分析到硬币的对称性;对于天择原理,人们分析到生物的求生本能;对于人择原理,宇宙的演化是怎样通过一系列偶然事件展示出人类出现的必然性,人们对此尚无一个相应的理性的分析.因此,我们不得不认为,人择原理是一个未完成的科学理论.

参考文献

- [英]S·霍金著,吴忠超、许明贤译.时间简史——从大爆炸到黑洞.长沙:湖南科学技术出版社,2002
- [美]马丁·里斯著,石云里译.六个数——创造宇宙的深层力.上海:上海科学技术出版社,2001