

四、熵的变化与生命的过程

孤立系统中发生的过程将使它的熵增加,无序性提高,最后达到熵取极大值的状态,无序性最高的状态即平衡态。达到平衡态之后,如果由于某种扰动使系统一时偏离了平衡态,随着时间的推移,它将回到平衡态,这说明平衡态是稳定的。孤立系统不可能自发地降低其无序性,由无序转变为有序。

但是,自然界中大量存在的是非孤立系统,它们的情形并不像以上所说的那样。由于非孤立系统与外界有能量交换,或者既有能量交换又有物质交换,它们不满足熵增加原理的条件,所以它们的熵可能增加,也可能减少。因而这种系统的无序性可能增高,也可能降低,这与外界的作用有关。它可以从有序转变到无序,再到更高的无序;也可以从无序转变到有序,再到更高的有序。

生命的形成就是从无序到有序的过程,开放是产生有序的条件。宇宙中的各种系统,无论是有生命的还是无生命的,无论是自然的还是社会的,实质上无一不是与周围环境有着相互依存、相互作用的关系。系统本身由于不可逆过程引起了熵的增加,系统与外界交换物质、能量引起熵流,熵流可增加,也可减少。若随着时间的推移,系统的熵逐渐减少,系统则从无序趋向有序。为了研究从无序到有序的过程,在物理学中引入了耗散结构的概念。耗散结构理论通过开放系统引入负熵流的概念,负熵流的引入使得我们能够从熵变化角度,综合讨论从无序到有序和从有序到无序的过程。

在耗散结构形成的过程中,随机涨落起着十分重要的作用。由于系统内部和外部复杂的相互作用,系统中的温度、压力、浓度、密度、粒子间的相互作用,随时都会发生一些小的涨落,涨落的大小带有一定的随机性。涨落在不同的状态下有着不同的作用。在平衡态,它是破坏稳定的干扰性因素,起着消极作用;而在远离平衡态的非线性区,随机涨落却蕴藏着非常积极的因素。在热力学中,某些随机性的涨落可以通过相干效应迅速放大,形成宏观整体上的“巨涨落”,使无序状态跃迁到一个新的有序状态,从而形成耗散结构。耗散结构的概念是与平衡结构的概念相类比而建立的。平衡结构不进行任何物质或能量的交换就能维持,耗散结构则要与环境进行物质能量的交换和流通才能产生和存在。

生命的形成是从简单的单细胞朝着复杂的多细胞方向演化,生命形成的机制是通过自我组织和自

我复制,把各种从外界输入的无序物质同化,并按一定序列和方式组合起来,形成新的稳定的有序结构。这种由无序变为有序,体现了生命的基本特征。这个过程是熵减少的过程,胎儿的形成就是这样一个过程,在这个过程中,系统由无序变为有序。当卵子受精后,单细胞开始分裂,最后形成完整的胎儿。整个的进化过程是一种按照遗传密码的指令,将输入的各类无序物质变成越来越高级的顺序。同时,在这过程中,系统也在不断增加自身的复杂性。生命可以处于某种平衡的稳定态之中,机体的许多组织可以维持在一个稳定的状态上。虽然机体内的不可逆过程在不断地进行着,但是,从系统的整体来看,平衡态是可以暂时保持不变的,这时机体的熵变为零。当熵增大时,系统将会从有序变为无序,各种无序的物质在细胞和机体中堆积起来,细胞和机体的新陈代谢能力减弱,不能将这些无序物质分解和消除掉。随着岁月的流逝,无序物质的堆积越来越多,生命就越来越弱,并朝着死亡的方向进行。

从科学的研究中发现的热力学第一定律和热力学第二定律,既是物质世界中一般的能量及物质转移、变化过程中所需遵循的,也是生命这种特殊的过程所需遵循的。这两个定律具有各自的独立性。热力学第一定律是涉及到热现象的能量守恒和转化定律,热力学第二定律是与一些具体的过程联系在一起、表示过程发生的方向性的物理定律。自然界中的任何过程都不能违背热力学第一定律,但不违背热力学第一定律的过程并不是都能发生,它们同时还需要不违背热力学第二定律。我们周围的世界就是在这些物理规律的支配下,不断地演化和发展的。

科苑快讯

海王星周围新发现 3 颗卫星

美国和加拿大天文学家在海王星周围新观测到 3 颗卫星,这一发现使海王星已知卫星数增至 11 颗。新观测到的 3 颗海王星卫星个头都比较小,直径约在 30 ~ 40 千米之间,轨道亦不规则。天文学家们对海王星等巨型气体行星周围运行轨道不规则的卫星一直颇感兴趣。据认为,这些卫星是行星常规卫星与途经的彗星或小行星撞击后的产物。研究人员之一、美国哈佛—史密森天体物理学中心的霍尔曼指出,新发现的这些卫星开启了一扇窗口,将有助于科学家们研究“行星形成时期太阳系的状况”。

全依赖于精确制导技术,因此精确制导技术在现代军事高技术中具有十分重要的地位。目前,正广泛开发和使用的精确制导技术主要有微波制导,红外制导,激光制导,毫米波制导,电视制导,多模或复合制导,智能化信息处理等。

①微波制导:微波指波长为 $1 \sim 100\text{cm}$ 的电磁波。微波制导是由弹上的微波雷达导引头,接收目标的微波能量捕获跟踪目标,导引导弹命中目标的制导技术。微波制导用于短距离制导武器,其最大优点是全天候,能从任何角度攻击目标,命中精度高;缺点是易受干扰。

②红外制导:红外制导是由弹上的红外导引头利用目标的红外辐射,实现对目标捕获跟踪,导引导弹/弹药命中目标的一种被动寻的制导技术,分为红外非成像制导和红外成像制导。

红外非成像制导可工作在三个波段: $1 \sim 3\mu\text{m}$, $3 \sim 5\mu\text{m}$, $8 \sim 14\mu\text{m}$ 。其优点是角分辨率高、精度高、全天候、被动工作、抗电子干扰,但受烟雾影响大,不能抗光电干扰。

红外成像制导一般工作在两个波段: $3 \sim 5\mu\text{m}$, $8 \sim 14\mu\text{m}$ 。其中工作在 $8 \sim 14\mu\text{m}$ 波段的性能更佳。红外成像制导与红外非成像制导相比,有很强的抗光电干扰能力,可进行全向攻击,有命中点选择能力,是当今精确制导发展的主流。

③激光制导:激光制导是由弹外或弹上的激光照射目标,弹上的激光导引头利用目标漫反射的激光捕获跟踪目标,导引导弹/弹药命中目标的制导技术。使用最多的是照射光束在弹外的激光半主动制导技术。激光制导工作波段为 $1.06\mu\text{m}$ 和 $10.6\mu\text{m}$ 。其特点是制导精度高、抗干扰能力强、结构简单、成本较低。现正在发展激光主动成像制导。

④毫米波制导:毫米波制导是由弹上的毫米波导引头接收目标反射或辐射的毫米波信息,捕获跟踪目标,导引导弹/弹药命中目标的制导技术。毫米波制导工作波长在 $1 \sim 10\text{mm}$ 之间,分为主动制导和被动制导。毫米波制导系统体积小、重量轻,具有较高的制导精度,较强的抗干扰能力,受天气和烟雾的影响小,其性能介于微波和红外之间。

⑤电视制导:电视制导是依靠目标反射的可见光信息,利用电视(摄像)捕获跟踪目标,导引导弹/弹药命中目标的被动寻的制导技术。系统的角分辨率高、精度高、抗电子干扰,但只能在白天或能见度较好的条件下使用。

⑥多模或复合制导:导弹从发射到命中目标一般要经历3个阶段:初始段、中段和末段。多模制导是指同一制导段同时采用两种或两种以上频段或制导方式进行工作,复合制导是指不同制导段采用两种频段或制导方式交替工作。由于未来战场环境的复杂性,单一频段或模式的制导,将难于适应未来战争的要求,因此多模制导或复合制导现已成为精确制导技术发展的重要方向。多模或复合制导发展的重点是毫米波和红外成像复合制导。

⑦智能化信息处理:智能化信息处理技术是各种精确制导对目标及干扰背景信息进行处理的技术。它是精确制导关键技术之一,包括软件和硬件两部分。重点研究弹载条件下实时自动目标识别(ATR)技术,该项技术是实现精确制导武器诸多性能的关键和瓶颈。

三、精确制导武器的发展方向

精确制导武器的发展已经历了四代。第一代需要射手跟踪瞄准目标,进行不间断的控制,直至命中目标;第二代导弹发射后自动寻的,命中目标;第三代只要确定特定目标,不必瞄准,导弹发射出去后,就能自动控制、识别、跟踪,直到命中目标;正在研制的第四代则可以自己确定目标,不但能精确命中目标,而且可以选择目标的要害部位,甚至能排出攻击多目标的优先次序,选择最有价值或有可能杀伤的目标。总之,精确制导武器将向高精度、抗干扰、全天候、完全智能化、隐形化和低成本的方向发展,特别是显现出综合化的趋势。多模与复合制导将是未来精确制导的主要方式。随着科学技术的发展,精确制导武器的更新换代速度将越来越快。可以预计,21世纪的战场,形形色色威力无穷的精确制导武器,将在陆地、海上、空中乃至太空大显身手,“精确战”悄然而至,战争将呈现出新的景观。

科苑快讯

美国《科学》评出 2002 年十大科学突破

一、“小核糖核酸”分子大显身手;二、揭开太阳中微子“失踪”之谜;三、基因测序为人类造福;四、了解宇宙的“婴儿时期”;五、用阿秒激光成功观测电子运动;六、发现对“温度”和“化学物”都敏感的蛋白质;七、首获完整的细胞器三维照片;八、开发出太空摄影新技术;九、科学家发现全新感光细胞;十、有关人类起源的一些最基本看法被动摇。

现代物理知识

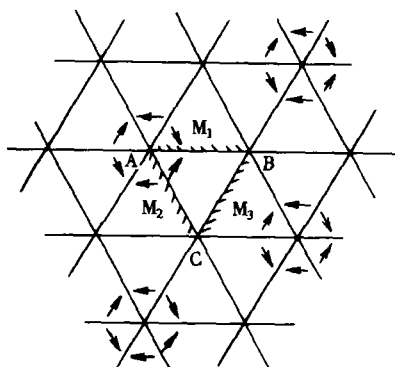


图 5

原有的空间 ABC 周围出现一圈次级的像空间,而其中的每一个像空间又可以成为新的物空间继续成像。于是原来有限的空间就经过这样的“复制”、“生长”而充满了整个视野。

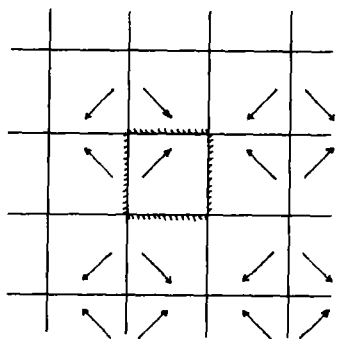


图 6

当然,上面讨论的是最简单的情形,实际上,镜面的个数不一定是 3 个,而围成的图形也不一定是等边凸多边形,于是,问题就变得复杂而丰富了。简单看一下,就正凸 n 边形而言,它的单个内角的大小为 $(n-2)\pi/n$,显然,它的大小的正整数倍不一定是 2π ,也就不一定出现像的个数与物的位置无关的特殊情况,但通过计算,我们可以知道,除了正三角形(正三角形)外,还有正四边形(如图 6,各个像和像空间实际是同向重合的)和正六边形(此时已出现了影像和像空间的非同向重叠)具有类似的特殊性质。而对于较一般的情形,讨论就比较复杂了,但我们相信,其中也是具有规律性的。

封底照片说明

美国 B-2A 型隐身轰炸机机身长 21.03 米,高 5.18 米,翼展 52.43 米,最大载弹量 22680 千克,作战航程 1.2 万千米,通过空中加油可以达到 1.8 万千米。B-2A 型隐身轰炸机的隐身性能非常出色,其雷达反射截面不到 0.1 平方米,仅相当于一只飞鸟

的雷达反射截面。它的整体外型光滑无褶皱,驾驶舱设计成圆弧状,不容易反射雷达波。在机舱玻璃中掺有金属粉末,使雷达波无法穿透舱体。机翼后掠使得从上下方向入射的雷达波无法反射或折射回雷达所在方向。在机翼还设计有不规则蜂巢式空穴,用于吸收雷达波,后部设计成 W 形状,使来自飞机后方的雷达波无法反射回去。无垂直尾翼的设计,减少了机体的雷达反射截面。武器挂架、发动机舱、起落架全部埋藏在平滑的机翼内,避免了雷达波的反射。设计上,还把发动机的进气口安置在机翼上方并呈 S 状,使入射来的雷达波经过多次折射后衰减、变弱。在发动机内部还装有气流混合器,将流经机翼表面的冷空气导入发动机内,用来降低发动机的温度。特别是飞机采用了喷口温度调节技术,使得红外暴露信号大为降低。在飞机的制造材料上,使用不易反射雷达波的碳纤维和石墨等复合材料。此外,飞机还使用了特制的吸波材料与吸波油漆。

B-2 型隐身轰炸机集各种高科技于一身,被誉为本世纪军事航空史上的里程碑。但是每架 B-2 飞机价格高达 22 亿美元,还有它复杂的维护保养(每飞行小时的维护时间为 132 小时),都成为大批量生产的主要问题。

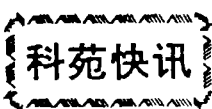
(李之)

科苑快讯

银河系内发现快速飞行的黑洞

宇宙爆炸产生的一个黑洞目前正在以比其周围的星球高出 4 倍的速度穿过银河系;上述黑洞至少距离地球 6000 光年,目前大致方向是朝着地球飞来,但近期不会对地球构成威胁。这一发现证明了黑洞的确是超新星爆发的后代。负责这项研究的法国原子能委员会研究人员弗利克斯一米拉贝尔表示:“这是我们发现的第一个在银河系内部快速飞行的黑洞。”能够发现上述黑洞是因为它正从身边一颗可见的星球中“吸取养料”,这颗可见星球每 2.6 天绕黑洞飞行 1 周。

这次发现的不是形成于大型星系中间的那种规模较大的黑洞,而是大多在大型星球爆炸时产生的恒星黑洞。天文学家指出,在银河系的中央区域,星球的形成更加频繁,因此超新星的出现也更加常见。这次发现的黑洞已被命名为“GRO J1655-40”,天文学家预计会在银河系发现更多的黑洞,他们希望能够对黑洞的形成做更深入的研究。



高能物理学会召开第六届全国会员代表大会暨学术年会

2002年10月30日至11月

3日,高能物理学会第六届全国

会员代表大会暨学术年会在河南省新乡市召开,来自全国28个单位132位代表出席了会议。

戴元本理事长代表第五届理事会作了工作报告,对4年来中国高能物理学科取得的进展、学会的学术交流、两个刊物的出版、举办“晨光杯”青年优秀论文评选及会员发展情况等作了系统简要的回顾。

会议期间,相继召开了学会第五届最后一次理事会和第六届第一次理事会议。新一届理事会由50名理事组成,平均年龄50岁,其中新推选的理事25名;经民主协商推选出常务理事24名;投票选举产生了领导机构:陈和生为理事长,郑志鹏、黄涛、邝宇平、苏汝铿为副理事长,李卫国为秘书长,吴岳良、张新民为副秘书长。

会议共有大会报告28个,分会报告43个,覆盖了国内高能物理研究的各个领域和国际最新成果及动向。报告有70%以上由年轻人承担,充分显示出我国高能物理研究队伍的新生力量。

学会第六届理事长陈和生作了大会总结报告,他希望国内研究人员以多种方式支援并参加BEP-CII/BESIII的建造,研究BESIII物理,促进我国高能物理和加速器技术的发展。并表示新一届理事会将努力做好学会各项工作,为高能物理学科的进一步发展做出贡献。

最灵敏的伽马射线望远镜

2002年9月3日在非洲大陆西南部的纳米比亚进行世界上最灵敏伽马射线望远镜的交付验收仪式,望远镜的高能立体镜系统能使它研究宇宙中甚高能微粒产生的伽马射线。伽马射线望远镜是在非洲与欧洲联合计划的范围内研制的,英国是该计划参加者之一。科学家们认为,从研制者角度来看,纳米比亚是一个非常有希望的国家,该国拥有极好的大气条件,也是世界上安设陆上光学望远镜最佳地点之一。

最初高能立体镜系统全套设备是由4架望远镜组成(计划增加到12架或16架),其中第一架望远镜将在下周投入运行,这架望远镜在灵敏度上将超过目前在光谱领域工作的所有陆上望远镜。这4架望远镜可以在2003年底前竣工,英国杜尔汉姆大学科学家已获准使用这些望远镜研究一系列极限宇宙

天体,如超新星残余等,以便查明这些天体是否是轰击我们地球的带电粒子流——宇宙射线源。众所周知,宇宙射线源很难识别,因为星系的磁场会对带电粒子的传播造成畸变或失真影响。但是带电粒子产生的伽马射线不会与电磁场发生相互作用,在太空中会沿直线传播,通过对伽马射线的观测就可以确定宇宙射线源。高能立体镜系统还可用来研究脉冲星和活跃星系中心的结构。

宇宙中以高速运动的粒子通常是伽马射线源,研究宇宙射线能使天文学家更好地了解像超新星、活跃星系中心黑洞这类粒子的加速机理,超新星和黑洞会朝两个相反的方向喷射接近光速的粒子流。正在湮没的巨量粒子也可以是宇宙射线源,宇宙中的“暗质量”很可能就聚集在湮没的巨量粒子中。在伽马射线进入地球大气层时,会引起电子-正电子对的产生,它们同样会产生切连科夫辐射——微弱闪光。高能立体镜系统记录的正是这些闪光,因为在这种情况下地球大气本身是探测器的一个组成部分,探测器的灵敏度会大大增强,从而有可能观测比原先减弱很多倍的伽马射线源。杜尔汉姆大学的科学家在高能立体镜系统合作计划中负责记录切连科夫辐射摄影机的校准,以及研制能检测大气层状态的装置。

纳米级分辨率的X射线显微镜

美国斯坦福大学以苗江卫博士为首的研究小组研制成一种新型X射线显微镜,其空间分辨率可达8纳米。在利用更强X射线源和延长曝光时间的条件下,有望通过它看到原子尺寸的间隙。

众所周知,现在已有几种获得单个原子图像的方法,但是每种方法都有自己的界限。例如,透射式电子显微镜能在厚度仅为50纳米左右的样品中看到单个原子,扫描显微镜只能在物质表面看到原子,结晶工艺能利用衍射方法获得物体三维结构,但是只适用于晶体。

苗江卫研究小组提出的新方法是电子显微镜与衍射技术的巧妙结合,新方法利用相干X射线源,用相干X射线照射样品。由于X射线能进入样品表面特别小的区域,反射的X射线带有的只是局部区域的信息,而不是整个样品的结构。现在,苗江卫研究小组发明的显微镜能获得的二维物体图像分辨率可达到8纳米数量级,获得的三维图像分辨率可达到50纳米数量级。

(周道其译自《乌克兰新闻时报》2002/9/1和8/27)