

诺贝尔物理学奖

百年回顾

厉光烈 李 龙

(续前)

1991 年

皮埃尔·德让纳 (Pierre Gilles de Gennes, 1932 —) 因将研究简单系统中有序现象的方法推广到更复杂的物质态, 特别是在研究液晶和聚合物方面所作的贡献, 获得了 1991 年度诺贝尔物理学奖。

20 世纪 60 年代末, 德让纳组建了液晶研究小组, 这个小组很快就在液晶研究领域占据了领导地位。德让纳在液晶研究方面的一个重要贡献, 就是解释了 30 年来一直未弄清楚的向列相液晶中的奇异光散射。他用复杂的方法证明了这种奇异光散射是由于取向有序中的自涨落产生的。德让纳的另一个重要贡献是给出了在液晶上施加微弱交流电场时转变点产生的条件。另外, 他还阐明了液晶和超导体之间在行为上有重要的相似性。1974 年他著的《液晶物理学》一书现在已经成为液晶领域的经典著作。

德让纳在分子物理方面的贡献主要有以下 3 个方面: (1) 关于溶液中柔性链无规线团的构象及统计理论。他成功地完成了将聚合物问题与磁性相变相联系的证明。从这个定理出发, 他提出了高分子溶液的标度定律, 从而大大发展了高分子的溶液理论。(2) 研究了高分子熔体的缠结线团动力学, 提出了爬行模型。这个模型已被科学界广泛接受, 是所有高分子熔体理论的基础, 且有重要的实际意义。(3) 研究了高分子聚合物界面的行为。1972 年他在《物理学通讯》上发表的论文, 无论是在理论上还是在实验上都对高分子物理研究产生了深远的影响, 具有划时代的意义。1979 年他出版的专著《高分子物理中的标度概念》集中了他在这个领域的研究成果, 获得了美国化学学会的高分子化学奖。

德让纳很善于处理复杂系统。他所涉及的一些系统在他之前很少有人认为有可能用普遍的物理规律来描述并加以概括。德让纳的工作证明了诸如磁

体、超导体、液晶和聚合物等差异明显的物理系统也完全可以采用令人惊叹的通用数学语言来描述。他开辟了物理学的新领域, 并激励大家在这些新领域中做了许多理论和实验工作。这些工作不仅是纯粹研究性的, 也为液晶、聚合物等物质态的技术开发奠定了坚实基础。也许正是因为他在极其广泛的不同物理系统中看出了有序现象的一般特性, 并提出了这些系统从有序到无序的运动规律, 因此有人把“当代的牛顿”这样的美称给予了他。

1992 年

乔治·夏帕克 (George Charpak, 1924 —) 因研制粒子探测器, 特别是在正比计数管基础上发明了多丝正比室, 获得了 1992 年度诺贝尔物理学奖。

20 世纪 60 年代初, 夏帕克在欧洲核子研究中心 (CERN) 参加一些重要的粒子物理实验时, 就开始探索对粒子物理实验具有普遍意义的新型粒子探测器。那时, 科学家大多利用各种照相法来记录反应中粒子的轨迹, 要靠特殊测量工具来分析大量的照片, 工作既劳累又缓慢。正比计数管虽能确定粒子位置, 但是精度大约 1 厘米, 不能满足粒子物理实验中记录粒子径迹的高精度和大面积覆盖的要求。1968 年, 夏帕克发明了多丝正比室成功地解决了上述困难。这种装置由大量平行细丝组成, 所有这些阳极细丝都处在两块阴极平面之间的一个平面之内, 直径约为 1/10 毫米, 间距约为几毫米。夏帕克令人信服地证明了多丝正比室中的每根丝都可以像一根正比计数管一样工作, 其空间分辨率可达到 1 毫米或更小。每根丝都可承受高达每秒数十万的计数率, 性能指标非常突出。同时, 多丝正比室的结构易于做成大面积, 并能以模块方式组成所需要的各种体积和形状, 适于进行不同规模和特点的实验。夏帕克还充分地利用现代电子技术, 把粒子探测器同计算机连接起来, 用计算机来记录信号、处理大量

数据。70年代中期,他在多丝正比室的基础上进一步发展了具有更高径迹定位精度的漂移室。多丝正比室和漂移室推动了粒子物理实验的发展,对许多重大粒子物理实验发现起了决定性作用,例如1974年丁肇中和里克特发现 J/ψ 粒子和1984年鲁比亚和范德梅尔发现中间玻色子 W^\pm 和 Z^0 。这充分说明了夏帕克对粒子物理学的重大贡献。

1993年

拉塞尔·赫尔斯(Russell A. Hulse, 1950—)和约瑟夫·泰勒(Joseph H. Taylor, Jr, 1941—)因发现脉冲双星,为研究引力开辟了新的途径,共同获得了1993年度诺贝尔物理学奖。

第一颗脉冲星是1967年在英国剑桥的射电天文实验室发现的,休伊什因此获得了1974年度诺贝尔物理学奖。赫尔斯和泰勒在1974年发现了一种新的脉冲星——脉冲双星,其中每颗星的半径只有大约10千米,但是质量却与太阳相当;两者的距离甚近,仅为月球到地球距离的数倍。这种脉冲双星有一个非常重要的特性,就是它的脉冲周期(0.05903秒)极为稳定,在100万年内增加不到5%。这就意味着脉冲双星可以当作钟表使用,其精确度与最佳的原子钟相当。人们对脉冲双星观察了几年之后,得到了一个非常重要的结果:其轨道周期不断减小,两颗星在越来越紧缩的轨道上越来越快地互相绕着旋转,但是变化非常小,只相当于轨道周期每年大约减小1秒的百万分之七十五。如果进行足够长时间的观测,这种变化还是完全可以测量到的。根据爱因斯坦广义相对论,理论上认为这种变化是因为脉冲双星以引力波的形式不断发射能量而引起的。理论计算结果与实验观测值之间的相对误差不超过5%,因此,通常将这看做是引力波存在的一个间接证明。

脉冲双星的发现对天体物理学和引力物理学有极其重要的意义。人们期望,当脉冲双星中的两颗星相当接近时,也许可以直接观测到天文学家和物理学家梦寐以求的引力波。

1994年

伯特伦·布罗克豪斯(Bertram N. Brockhouse, 1918—)因发展中子能谱学、克利福德·沙尔(Clifford G. Shull, 1915—)因发展中子衍射技术,一起为利用中子散射技术研究凝聚态物质做出了先驱性贡

献,共同获得了1994年度诺贝尔物理学奖。

物质的特性可以分为两个方面:一是静态特性,指的是构成该物质的原子、分子在晶格中的位置,也就是通常指的原子结构和分子结构,以及磁矩的取向和结构的不均匀度等;另一是动态特性,指的是构成该物质的原子、分子在各种运动中的能量与动量传递和转换关系。对凝聚态物质,原子间距大约为0.1—1.0纳米,原子、分子和晶格的平均热运动能量以及由于晶格振动产生的声子能量大概都是 10^{-3} — 10^{-1} eV的数量级。因此,要探测这两种特性,就必须用波长和能量都与被探测对象是同一数量级的“探头”。慢中子正好符合这一要求,而且中子还有不带电荷却具有磁矩、质量接近质子,以及可以通过筛选单色化等优点,所以物理学家很快意识到,慢中子束是最理想的天然探头。中子束打到物质靶上发生的衍射现象与X射线衍射现象在本质上是不同的: X射线衍射是光子与原子中的电子相互作用的结果,而中子衍射则是中子与原子核相互作用的结果,所以中子衍射可以观测到X射线观测不到的物质内部结构。中子散射比中子衍射含义更广,泛指中子与物质相互作用后中子向四面八方散射的各种效应。中子不带电但具有磁矩,对磁性有特殊的灵敏度,因此中子磁散射对分析物质的磁性具有突出的意义,是X射线衍射无法取代的。

布罗克豪斯和沙尔用他们开发的中子散射技术,使原子结构和动态特性的研究成为可能。布罗克豪斯一直致力于中子非弹性散射技术的研究,他在原有的单轴和二轴中子谱仪的基础上设计了三轴谱仪。三轴谱仪的应用十分广泛,它已经成为研究凝聚态物理的基本工具,几乎大多数从事凝聚态物理研究的中子束反应堆实验室都拥有这一设备。在布罗克豪斯等人的努力下,慢中子谱学已经发展成为一门普遍采用的技术。沙尔对简单晶体的研究为利用中子衍射技术分析极其复杂的结构奠定了基础。在这些研究中,最有意义的就是用中子衍射技术可以显示出氢原子在晶体中的位置,这样就可以更全面地了解许多无机和有机物质的晶体结构。除了研究中子核散射以外,沙尔还研究了顺磁散射。这是中子磁矩与顺磁物质中的原子磁矩发生的散射。他在这方面的研究工作导致了磁结晶学的发展。在进行了一系列确定磁结构的基础研究之后,沙尔开发并探讨了极化慢中子辐射的应用。沙尔还发明了中子干涉系统,为研究中子与物质相互作用

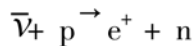
而产生的各种基本效应提供了极其灵敏的工具。

布罗克豪斯和沙尔各自独立开发的中子散射技术,对凝聚态物理学的发展起了促进作用,取得了重大成果。

1995 年

马丁·佩尔 (Martin L. Perl, 1927 —) 因发现 τ 轻子、弗雷德里克·莱因斯 (Frederick Reines, 1918 —) 因检测到中微子,共同分享了 1995 年度诺贝尔物理学奖。

1930 年,泡利为解释 β 衰变的连续能谱提出了中微子的概念。但是,由于这种质量微不足道的粒子既不带电荷,又不参与强相互作用,它的存在一直未能得到实验验证。人们只能通过能量和角动量的分析来论证这一幽灵式粒子的存在和所起的作用。1952 年,美国的戴维斯应用我国物理学家王淦昌提出的 K 俘获方法,间接地观测到了中微子的存在。1953 年,美国洛斯阿拉莫斯国家实验室的莱因斯和考恩领导的实验小组按下列方案直接探测到了反中微子:



他们为了防止误判的出现,采用了同时探测中子和正电子的方法。来自反应堆裂变产物的反中微子,射入掺有大量氯化镉的水靶箱中,与质子发生反应,产生正电子和中子。随后,在 0.2 微秒内正电子与电子相遇而湮没,同时放出两个 γ 光子。这两个 γ 光子被两侧的闪烁器符合地探测到,其总能量估计约为 9MeV。中子则受到水的慢化,被镉核俘获。莱因斯和考恩的设计思想颇为巧妙:考虑到中子在产生后最多在 10 微秒内就会被俘获,他们专门为此设计了延迟符合计数器。经过周密准备和认真测试,实验小组在预期的能量范围和时间间隔内,得到了肯定的结果。中微子这个充斥宇宙的“幽灵”终于被捕捉到了。

1972 年,SLAC 在直线加速器旁建造了一座正负电子对撞机,其存储环直径约为 80 米。直线加速器提供的正负电子束注入存储环后,在磁场的作用下沿着相反的方向绕环道运行,最后在指定的地点对头碰撞。佩尔领导的实验小组从 1974 年到 1977 年在这台设备上进行了一系列的实验。终于在 4GeV 能区发现了一个比质子约重两倍,比电子约重 3500 倍的新粒子,其特性类似于电子和 μ 子。经过反复检验,他们证明了这是电子和 μ 子之外的

新一代轻子,并将其命名为 τ 子。至此,人们已经发现了 3 代轻子。

中微子和重轻子的发现使人们对于微观世界的认识大大跨越了一步,增添了人类关于基本粒子的知识。但是,人类对物质世界的认识是没有止境的,有没有第四代基本粒子,仍是物理学家正在追寻的问题。

1996 年

戴维·李 (David M. Lee, 1931 —) 、道格拉斯·奥谢罗夫 (Douglas D. Osheroff, 1945 —) 和罗伯特·理查森 (Robert C. Richardson, 1937 —) 因发现氦-3 (^3He) 的超流动性,共同分享了 1996 年度诺贝尔物理学奖。

自然界里存在着氦的两种同位素: ^3He 和 ^4He , 其中 ^4He 的原子核除了包含两个质子外还有两个中子,称为玻色子;而 ^3He 只有一个中子,称为费米子。20 世纪 30 年代末,卡皮查发现了 ^4He 的超流动性,朗道从理论上解释了这种现象。朗道认为,当温度在 2.17K 时, ^4He 原子发生玻色-爱因斯坦凝聚,成为超流体,而像 ^3He 这样的费米子即使在最低能量下也不会发生凝聚,所以不可能产生超流动现象。金属超导理论 (BCS 理论) 的提出,使人们认识到,在极低温下, ^3He 也可能会变成超流体。但是,人们一直未能在实验上发现 ^3He 的超流动性。70 年代初,李、奥谢罗夫和理查森在美国康奈尔大学低温物理实验室首先发现 ^3He 在绝对温度之上约 0.002K 时变为超流体。随后,其他研究小组也证实了他们的发现。

^3He 超流动性的发现不仅对凝聚态物理的研究起了推动作用,而且在这一发现过程中所使用的核磁共振方法也已经发展成为医疗诊断的普遍手段,即用核磁共振技术进行断层检验。

1997 年

朱棣文 (Stephen Chu, 1948 —) 、威廉·菲利普斯 (William D. Phillips, 1948 —) 和克洛德·科恩-塔努基 (Claude Cohen Tannoudji, 1933 —) 因发展激光冷却和陷俘原子的方法,共同分享了 1997 年度诺贝尔物理学奖。

当正在行进中的原子被迎面而来的激光照射时,只要激光频率和原子的固有频率一致,原子就会因吸收迎面而来的光子引起跃迁,同时减小自身动

量。随后,原子又会因跃迁回基态而发射同样的光子,不过这时发射的光子是朝向四面八方的,因此,实际效果是原子的动量每碰撞一次就减小一点,直至最低值。这种在激光的作用下使原子减速的方法就叫做激光冷却。实际上,由于多普勒效应的存在,只有适当调低激光的频率,使之正好适合运动中的原子的固有频率,才能使原子产生跃迁,从而吸收和发射光子,达到使原子减速的目的。因此,这种冷却的方法又被称为多普勒冷却。朱棣文和他的同事们在激光冷却和陷俘原子的技术中取得了突破性的进展,发明了光学粘胶和磁光陷阱技术。他们让真空中的一束钠原子先是被迎面而来的激光束阻止下来,然后再把钠原子引进两两相对、沿3个正交方向的6束激光的交汇处。这6束激光的频率都比静止钠原子吸收的特征频率稍有红移,其效果就是不管钠原子企图向何方运动,都会遇上具有恰当能量的光子,并被推回到6束激光交汇的区域。在这个小区域里,聚集了大量的冷却下来的原子,组成了肉眼看去像是豌豆大小的发光气团。由6束激光组成的阻尼机制就像某种粘稠的流体,原子陷入其中会不断降低速度。这种机制就叫做“光学粘胶”。但是处于光学粘胶中的原子会由于重力而往下掉落。为了真正陷俘原子,就需要有一个陷阱。朱棣文和他的研究小组在光学粘胶装置的基础上再加上两个磁性线圈,设计了一种很有效的陷阱,叫做磁光陷阱。磁光陷阱会产生一个比重力大的力,把下落的原子拉回到陷阱中心。后来,他们又设计了一个很有意义的“原子喷泉”实验。借助原子喷泉可以对原子的能级进行极为精确的测量,因此有可能在这一基础上建立最精确的原子钟。目前,许多科学研究中心都在试制这种原子钟。

与此同时,菲利普斯和他的小组研究了在光学粘胶中缓慢运动的中性钠原子冷云团。他们发现,钠原子的最低温度约为 $40\mu\text{K}$,比预计的多普勒极限 $240\mu\text{K}$ 低得多。他们还发现,最低的温度是在与理论多普勒极限的条件相矛盾的情况下得到的。随后不久,科恩-塔努基小组与朱棣文实验小组也证实了菲利普斯小组的发现。这两个小组还几乎同时对这一理论和实验之间的分歧作出了解释。原来,多普勒冷却和多普勒极限的理论假设原子具有简单的二能级谱。实际上,真正的钠原子具有好几个塞曼子能级,激光可以把钠原子转变为按子能级布居的不同分布,从而引起新的冷却机制。这种布居分布

的细节依赖于激光的偏振态,而在光学粘胶中,在光学波长量级的距离里偏振态会发生快速的变化。因此,人们把这种新的冷却机制称为“偏振梯度冷却”。

1989年菲利普斯访问巴黎,他与科恩-塔努基小组合作,共同证明了中性铯原子可以冷却到 $2.5\mu\text{K}$ 。他们发现,和多普勒冷却一样,其他类型的激光冷却也有相应的极限。以从单个光子反冲而得到速度运动的一团原子所相当的温度就叫反冲极限温度。对于钠原子,反冲极限温度为 $2.4\mu\text{K}$,而铯原子则可低至 $0.2\mu\text{K}$ 。单个光子的反冲能量之所以会有一个极限值,是因为不论对多普勒冷却还是偏振梯度冷却,两者都会发生连续的吸收和发射的循环过程。每个过程都会给原子以微小但却不能忽略不计的反冲能量。如果原子几乎是静止的,免去了吸收-发射循环,原则上就可以在稀薄原子蒸气中达到比反冲冷却极限还要低的温度,这就叫亚反冲冷却。早在20世纪70年代,比萨大学就已经发现,可以用光泵方法使放在强激光场中的原子激发到无吸收的相干叠加状态,即所谓“暗态”。科恩-塔努基小组在一系列的实验中证明了利用多普勒效应可以使最冷的原子最终达到暗态。这个方法就叫速度选择相干布居陷阱法。

朱棣文、科恩-塔努基和菲利普斯在激光冷却和陷俘原子的技术方面所做的研究为深入地理解气体在低温下的量子物理行为开辟了道路。

1998年

罗伯特·劳克林(Robert B. Laughlin, 1950—)、霍斯特·斯特默(Horst L. Stormer, 1949—)和崔琦(Daniel C. Tsui, 1939—)因发现分数量子霍尔效应及与之有关的具有分数电荷激发状态的新型量子流体,并对其进行实验和理论研究,共同分享了1998年度诺贝尔物理学奖。

1980年德国物理学家克劳斯·冯·克利青在实验中发现了量子霍尔效应,即霍尔电阻随磁感应强度的变化不是线性的而是台阶式的,出现台阶处的霍尔电阻值($R_h = h/ne^2$,其中 n 是正整数)与材料的性质无关,仅由普朗克常数 h 和电子电荷 e 来确定。克利青因此获得了1985年度的诺贝尔物理学奖。两年之后,斯特默、崔琦及其同事在实验中采用更低的温度和更强的磁场对霍尔效应进行了细致的研究,发现了分数量子霍尔效应,亦即他们发现了一些使他们非常惊奇的霍尔电阻的新台阶,这些新台

阶的高度,即霍尔电阻值,能够表示为 $h/\lambda e^2$, 这里 λ 是分数,例如, $\lambda = 1/3$ 。在分数量子霍尔效应被发现一年之后,劳克林对其作出了出乎人们意料的理论解释。他指出,发生分数量子霍尔效应时,电子体系凝聚成了某种新型的量子流体。在这种新型量子流体的基态和激发态之间有一能隙,激发态内存在携带分数电荷($\pm \lambda e$)的“准粒子”。这就意味着霍尔电阻正好会量子化为 h/e^2 的 m 倍,这里 $m = 1/\lambda$, 是奇整数。1995 年美国纽约州立大学石溪分校的哥尔德曼(V. Goldman)和苏(B. Su)通过测量共振隧道电流,1997 年以色列维兹罗科学研究所的海伯朗(M. Heiblum)小组和法国原子能委员会的格拉特利(C. glattli)小组通过测量隧道电流中的散粒噪声,以不同方法证明了确实存在携带分数电荷的准粒子。

分数量子霍尔效应的实验发现以及利用具有分数电荷激发状态的新型量子流体对其所作的理论解释导致了人类认识宏观量子现象的一次重大突破,引发了一系列对基本理论有深刻意义的现象(例如,电荷的分裂)的出现。

1999 年

赫拉尔杜斯·特霍夫特(Gerardus 't Hooft, 1946—)和马丁努斯·韦尔特曼(Martinus Veltman, 1931—)因解释了弱电相互作用的量子结构,共同分享了 1999 年度诺贝尔物理学奖。

弱电统一理论是 20 世纪最伟大的科学成就之一。建立弱电统一理论,需要解决 3 个基本问题:其一,不同于电磁统一理论,对弱电统一理论,应选择什么样的对称性?其二,像光子那样的规范粒子是没有静止质量的,怎样使传递弱力的规范粒子获得很大的质量?其三,这样的理论能否像量子电动力学(QED)一样实现量子化和重整化?前两个问题,已被格拉肖、温伯格和萨拉姆解决,他们 3 人因此获得了 1979 年度诺贝尔物理学奖。第三个问题,则是由特霍夫特和韦尔特曼在 1971—1972 年间解决的。他们提出了一个适用于非阿贝尔规范理论的方案,证明了对称性自发破缺不会破坏该规范理论的可重整性。他们不仅阐明了非阿贝尔规范场是有物理意义的,而且为这种理论提供了一种计算量子修正的方法。他们所取得的是一个突破性的发现,使得许多物理过程可以计算,并且可以将其计算结果与实验观测相比较,从而作出物理预言。例如,弱电

统一理论早就预言存在弱作用中间传播子 W^\pm 和 Z^0 ,但是,实验上要发现这些粒子,必须精确地知道描述这些粒子性质的物理量,而这项工作只是在特霍夫特和韦尔特曼的计算方法提出之后才开始进行。后来,在欧洲核子研究中心的 LEP 加速器上测量到的有关 W^\pm 和 Z^0 粒子性质的实验数据与用他们的方法计算得到的结果非常一致。另外,用他们的计算方法还预言了顶夸克的质量,1995 年美国费米国家实验室首次观察到了这个夸克,测得的质量与他们的理论预言相符合。

特霍夫特和韦尔特曼提出的计算方法为粒子物理理论提供了更加坚实的数学基础,解决了弱电统一理论中的重整化问题。

2000 年

泽罗斯·阿尔弗洛夫(Zhores I. Alferov, 1930—)和赫伯特·克罗默(Herbert Kroemer, 1928—)因研制用于高速光电子学的半导体异质结结构,杰克·基尔比(Jack S. Kilby, 1923—)因发明集成电路,从而奠定了现代信息技术基础,共同分享了 2000 年度诺贝尔物理学奖。

电子元件通常是由半导体制成的,它是一种介于导体和绝缘体之间的材料。一种半导体,是类似于导体还是类似于绝缘体,决定于它的能带间隙。所谓“异质结结构”半导体,就是由能带间隙不同的几个薄层构成的半导体。1957 年,克罗默首先提出了研制异质结结构晶体管的建议。他指出,异质结结构晶体管比传统的晶体管要优越,尤其是在高频放大器中的应用。在异质结结构晶体管中已经有了高达 600GHz 的频率,它要比最好的普通晶体管高出大约 100 倍。另外,由这些元件组成的高频放大器是低噪音的。异质结结构在半导体激光器的发展过程中也起了决定性的作用。1963 年,阿尔弗洛夫和克罗默各自独立地提出了异质结结构激光器的原理,这是一项和异质结结构晶体管同样重要的发明。

异质结结构在信息技术中非常重要:在卫星通信中,应用由异质结结构晶体管制成的低噪音高频放大器,改善了移动通信中的信噪比;根据异质结结构制成的半导体激光器可应用于光纤通信中的光数据存储,如 CD 激光唱机、条形码识别器、激光标识器等。异质结结构对科学研究也具有非常重要的意义:在半导体接触层中形成的 2 维电子气所具有的特性是研究量子霍尔效应的出发点。

测量天体距离的 4 把尺

李国祥 余嵘华 邓铁如

(合肥工业大学理学院 安徽 230009)

距离是天体最重要的参数,自古以来对恒星的距离有着多种猜测,真正能有根有据地说出它来还是近两百年的事。其间经过曲折探索,主要发展了 4 种方法,或者说用了 4 把“量天尺”,由近及远地量出了天体的距离。

一、三角视差

几何学有一条定理,已知三角形两角夹一边便可求解该三角形。三角视差法便是基于这一定理。早在 1672 年,法国人卡西尼使用此法测出了火星的距离。对于遥远的恒星,顶角极小,为了提高精度应尽量扩大底边。在地面上测量,最大的基线是地球公转轨道直径(图 1 中 $AB=2\text{AU}$, AU 是太阳系内使用的距离单位,叫天文学单位,等于日地平均距离。 $1\text{AU}=1.49\times 10^{11}\text{m}$)。1AU 在恒星处的张角 π 定义为恒星 C 的周年视差, π 可由测量 $\angle A$ 与 $\angle B$ 算出。哥白尼提出日心说后近 3 百年内,许多天文学家就试图发现恒星的周年视差,但都没有成功,其中也包括著名的第谷,以致有人开始怀疑哥白尼学说的正确性。直到 1839 年德国人贝塞尔才测出最

近(从而视差也最大)的半人马座 α 星的 π 约等于 $3/4$ 角秒($1''=1^\circ/3600$, 相当于 2 千米之外看一枚分币的张角)。不难算出距离 D

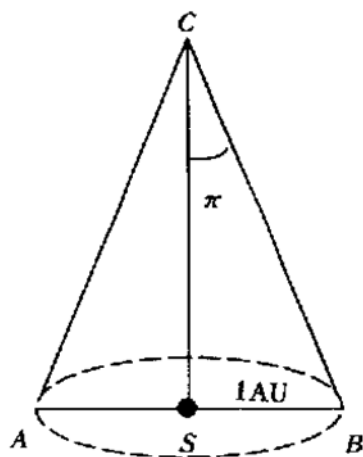


图 1

$$D \sin \pi \approx D \pi \approx 1\text{AU}; D = \frac{206265}{\pi(\text{用角秒表示})} \text{AU}$$

可见即使用 AU 为单位,恒星距离也是一个很大数值,必须使用新的单位。三角视差法是迄今最直接、

1947 年圣诞节前夕晶体管的发明通常被认为是现代半导体技术发展的开端,威廉·肖克利,约翰·巴丁和沃尔特·布拉顿因此荣获了 1956 年度诺贝尔物理学奖。采用比电子管更小、更可靠、而且能耗更低的晶体管作为电子元件,使得电子管失去了它原先的重要性。在电子仪器中使用越来越多的电子管增加了系统的复杂性,因此,系统中所使用的电子管的数目是有限制的,最高限度大约是 1000 个。而采用晶体管代替电子管,把许多晶体管焊接在一块印刷电路板上,可使系统的晶体管数目增加到 1 万个以上。但是,印刷电路板上晶体管的数目仍然是计算机产业发展的制约因素。早在 50 年代初,就有人建议在组合半导体块中制造晶体管、电阻器和电容

器,形成所谓的“集成电路”。后来,两位年轻的工程师杰克·基尔比和罗伯特·诺伊斯各自独立地研制成功了这种集成电路。

集成电路研制的成功不仅导致了半导体技术的飞速发展,而且促进了信息技术的发展。基尔比和诺伊斯都被认为是集成电路的发明者,但是诺贝尔物理学奖只授予了基尔比,这可能是因为基尔比首先申请了专利,被认为是制造第一个集成电路的人,加上诺贝尔物理学奖获得者一次从未超过 3 人,而诺伊斯又于 1990 年去世。实际上,诺伊斯在以集成电路为奠基石的信息技术发展中起过十分重要的作用,曾被誉为硅谷最重要的缔造者之一。

(全文终)

现代物理知识