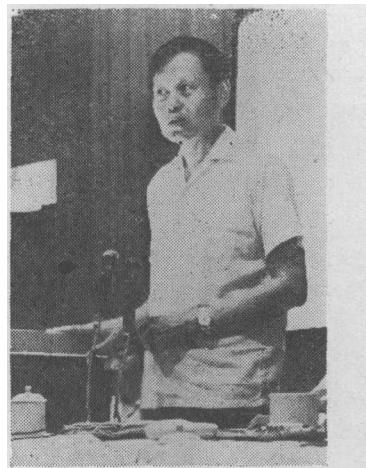


P、T 和 C 的分立对称性



杨振宁 (美国纽约州立大学石溪分校理论物理研究所)

1. 宇称 P 的概念

1924 年, 拉波特 (Otto Laporte)^[1] 在分析铁的光谱结构时发现有两种谱项, 他称之为“带撇项”和“不带撇项”。跃迁总是从带撇项到不带撇项, 或者反过来, 而决不会发生在带撇项之间或不带撇项之间。接着发现这个选择规则同样适用于其他元素的原子谱, 并被命名为“拉波特规则”, 或“拉波特-罗素 (Laporte-Russell) 规则”。量子力学发展以后, 它被解释为同算符

$$i: x' = -x, y' = -y, z' = -z \quad (1)$$

作用下的不变性有关^[2], 这就称为“反照”(德文 Spiegelung), 而韦耳 (Weyl) 用符号 i 来记它。韦耳还把这个算符的本征值取名为“特征”。在威格纳 (Wigner) 1931 年版的书^[3]中, 这个本征值是称为“反照特征”(德文 Spiegelungscharakter) 的。我不确切地知道“宇称”这个名字是从什么时候开始采用的, 但在 1935 年, 康登 (Condon) 和肖特利 (Shortley)^[4] 确实用过“宇称算符”这一术语。

宇称对称性, 三十年代时迅速成为原子、分子和核物理学语言的一部分。讨论能级标记、选择规则和强度规则以及角分布时, 明晰地或含蓄地假定了宇称守恒的概念。当基本粒子物理学开始发展时, 宇称守恒自然地转入了这个新的领域。

在讨论宇称不守恒这个题目之前, 有趣的是来回忆一下, 虽则在物理学中广泛使用群论在今天已被认为当然, 但是韦耳和威格纳在 1920 年后期把群论引入物理学, 在当时却决不是受欢迎的。威格纳在他的那本书^[5]的 1959 年英译本序言中写道:

“当本书 1931 年德文原版本首次出版时, 物理学家们在情绪上非常不愿意采用群论的论证和群的理论观点。使作者感到高兴的是, 在此期间, 这种情绪实质上已经消失, 而且, 较年轻的一代对于这种情绪的起因和根据实际上是不了解的。在较老的一代人中, 劳厄 (M. Von Laue) 或许是第一个认识到把群论作为一种自然工具的意义, 有了它, 就能使量子力学的问题得到最好的指引。劳厄对出版社和作者的鼓励, 对本书的出版作出了重要的贡献。我愿意回忆他提过的问题, 即在本书取得的结果中, 我认为哪些最重要。我当时的回答是, 据我看来, 对拉波特规则(宇称的概念)的解释以及矢量相加模型的量子理论最有意义。自那时以来, 我已倾向于同意他的回答, 即最值得注意的结果是认识到几乎所有的光谱学规则都是从问题的对称性得出来的。”

自从写下这段文字以来的二十多年中, 越来越多的李群进入了物理学的文献。人们甚至不免惊异, 一个又好又重要的进展是否已经被滥用了。

我们现在转到五十年代。在研究 τ 介子的衰变时, 达利兹 (Dalitz) 通过引进著名的达利兹图^[6]分析了 τ 介子的自旋-宇称可能性。这是一种特别有用的方法, 到 1955 年 1 月时, 他得出^[6]的结论是, “如果 τ 介子的自旋小于 5, 它就不可能衰变为两个 π 介子。”换句话说, τ 和 θ 的自旋-宇称标记很可能是不同的。然而, 这个结论必须同 τ 和 θ 的质量和寿命的实验结

* 题头照片为杨振宁教授在上海科学会堂作学术讲演 (周昭德摄)。

果相符合。这个时期的气氛，可以从我于1956年9月在西雅图召开的国际理论物理会议上，所作的题为《目前对新粒子的认识》的报告^[7]中的一段话感受到。

“然而，匆忙地作出草率的结论是不行的。这是因为，实验上 K 介子看来全都具有相同的质量和寿命。这些质量的精度已确定到约为2~10个电子质量，或百分之零点几，而这些寿命的精度已知大约是20%。对于自旋和宇称值不同，且与核子和 π 介子有强相互作用的粒子，预料它们是不会有全同的质量和寿命的。因此，我们不得不把上面提到的 τ^+ 和 θ^+ 不是同一种粒子的推论，仍看作是一个悬而未决的问题。附带说一句，我也许可以说，假如不是因为质量和寿命的简并反常，这个推论必然已被看作是确实的，而且事实上要比物理学中的许多推论确立得更好。”

颇为有趣的是注意到我在这里使用了“反常”这个词，它泄露了这个时期的感受，即认为这里本来是不应该有简并的。

这个窘境称为 θ - τ 之谜，到1956年初，这一点变得完全确定了。同年4月，在罗彻斯特会议上，我被委员会指定作了一个关于新粒子的报告，报告中一半以上的时间谈论的就是这个谜^[8]。奥本海默在这次会议结束时说，“ τ 介子将既有它内部的，又有它外部的复杂性，它在这两个方面都不会是简单的。”

θ - τ 之谜随后由于宇称不守恒的发现而解决了。为什么没有即刻想到这个显而易见的解答呢？我想有三个原因：（1）一般认为几何的对称性是无条件地绝对的。原子、分子和核物理中的空间-时间对称的精确性只不过使得这一先前的信念更加强烈。（2）宇称选择规则，在核物理学中同在原子物理学中一样，也起着很好的作用。在核能级标定、核反应和 β 衰变中借助于宇称选择规则成功地分析了几百个实验。因此，在过去如此广泛详尽的经验面前要人们接受宇称失效是困难的。（3）宇称仅在弱相互作用中不守恒的观念当时尚未诞生。

1956年4月底到5月初，李政道和我正在研究 θ - τ 之谜。我们特别担心在下面这个实验中的二面角的定义：

$$\pi^+ p \longrightarrow \Lambda^0 e^0, \quad \Lambda^0 \longrightarrow \pi^- p, \quad (2)$$

这一实验是沙特(R. P. Shutt)、斯坦伯格(J. Steinberger)和沃克(W. D. Walker)的组在罗彻斯特会议上报告过的。一天李政道和我偶然想到一个观念：或许宇称仅在弱相互作用中不守恒。它将在(2)式中引起上下不对称性。这个观念使我们深入细致地工作了几个星期，特别是在 β 衰变方面。6月间我们把一篇题为《宇称在弱相互作用中守恒吗？》的论文提交给《物

理评论》。它是在10月份发表的^[9,10]，但题目变成了《弱相互作用中的宇称守恒问题》，因为编辑规定，题目中不应该含有问号。

我们建议了几个试验，以查明宇称在弱相互作用中是否守恒。1956年开始，两个组着手这样的实验。其中一个组由哥伦比亚大学的吴健雄和国家标准局的安布勒(E. Ambler)、海沃德(R. W. Hayward)、霍普斯(D. D. Hoppes)和赫德森(R. P. Hudson)组成。另一个组由芝加哥大学的泰莱梯(V. L. Telegdi)和弗里德曼(J. I. Friedman)组成。1957年1月初，当哥伦比亚-标准局的实验表明，在 β 衰变中宇称肯定不守恒时，加温(R. L. Garwin)、莱德曼(L. M. Lederman)和温里克(M. Weinrich)在48小时内仓促地完成了另一个关于宇称不守恒的实验。这三个实验^[11]的结果使得所有的物理学家相信，宇称在弱相互作用中是不守恒的。

2. 时间反演 T 的概念

经典物理中的时间反演不变在十九世纪时已经是一个研究得很好的课题。近代对这一不变性的理解始于克雷默(Kramers)定理^[12]。这个定理说，在任何电场中，对于奇数个电子来说，能量本征态至少是二重简并的。为了证明这个定理，克雷默考虑了一个涉及电子体系波函数的复共轭的算符。两年以后，威格纳证明，这个算符是符合于量子力学中的时间反演要求的^[13]。

威格纳的时间反演算符没有立刻受到物理学家的赏识^[14]。迟至1941年，当泡利在写他的关于场论的评论性文章^[15]时，没有提到这个算符，而且看来，泡利偏爱的是另一个不包含复共轭运算的算符(它是不正确的)。的确，复共轭运算使得时间反演算符相当难懂。它也使得它难以应用，以致在整个三十年代和四十年代中几乎没有论文讨论这个课题。

今天我们知道，时间反演不变的一个重要应用是用以确定跃迁矩阵元的相对位相。首先应用这个观念的是劳埃德(S. Lloyd)，他讨论了^[16]电 2^L 极和磁 2^{L-1} 极辐射矩阵元的相对位相。

施温格(Schwinger)引进了^[17]另一个时间反演不变的表述。但是他的表述同威格纳的表述实际上是等价的。

3. 电荷共轭 C 的概念

电荷共轭概念的起源同宇称和时间反演的起源完全不同。事实上，它在经典力学中根本就没有对应物。

当狄拉克^[18]在写他的关于狄拉克方程的论文时，他在引言中提到负能态是令人困惑的：“因而所得的理论仍然仅仅是一种近似……”两年以后，他在一篇题为《电子和质子的理论》的文章中^[19]再回来讨论这

个问题,文中写道,“所有的负能态都是占满的,或许只有几个例外…….”这些未曾占满的能态被他称为“空穴”。他还假设,“负能量电子的分布中的那些空穴乃是质子。”然后自己提出问题,“目前的理论能够说明电子和质子间这种强烈的不对称吗(这种不对称性体现在它们的不同质量以及质子能够组成较重原子核的能力上)?”这篇论文发表以后不久,塔姆(Tamm)、狄拉克、奥本海默和韦耳就得出结论^[20]说,所期待的这种不对称性是没有的。而且,如果空穴是质子,则氢原子的寿命将约为 10^{-10} 秒,这显然是错误的。所以奥本海默^[21]建议,质子和电子应该分开处理,由此得出的见解是:

“在这个世界上,据我们所知,电子的所有的(不仅是几乎所有的)负能态都已占满。一个空穴,如果真有一个存在,将是实验物理所未知的一种新粒子,同电子具有相同的质量和相反的电荷。我们可以把这样一种粒子称为反电子^[22]。”

电荷共轭粒子的概念于是诞生。我曾把狄拉克为引进“空穴”观念而采取的步骤,比喻^[23]为“负数的首次引用”。由它导致的将是今日关于“真空”本性的更为深奥的见解,这是我们空间-时间概念上的一次革命。我总是钦佩他有勇气提出象负能粒子的海这样一种疯狂的观点。然而当我有一次同狄拉克谈到这一点时,他说,这个观念(据他看来)在当时并不是那么疯狂的,因为人们早已通过原子壳层结构熟悉空穴了。我想,对他来说,这件事情之所以不那么疯狂,是因为他相信^[22]:

“目前要取得进展,能够建议采用的最有力的方法,就是在企图完成和推广组成理论物理现有基础的数学形式时,利用纯数学的所有源泉,并在这个方面取得的每次成功之后,试着用物理的实体来解释新的数学特色……。”

对于他当时的同代物理学家来说,他的观念是相当少见的(参见 Moyer D. F., *Am. J. Phys.*, 49 (1981) 1055)。

这个发展中的下一步是弗里(Furry)^[24]采取的,他证明了一个定理,以后就称为弗里定理了。用费曼图的语言来阐述的弗里定理是,对于量子电动力学中的奇阶电子-正电子回路来说,电子箭头具有相反方向的两个图将相互抵销。弗里在他的论文摘要中强调,这种抵销是由“电子和正电子间的分布对称性引起的”。

几乎与此同时,马约喇纳^[25](Majorana)和克雷默^[26](稍后),开始进行共轭对称性的形式处理。

1937年发表的这三篇论文非常有趣,因为除了电荷共轭以外,他们还触及到稍后就变得有趣或重要

的另外几个概念:马约喇纳的论文引述了中微子的马约喇纳理论。克雷默在论文结束时写道:

“结果,我们预期对氢原子定态的能量值必须作出校正,这就是1928年的狄拉克理论所做的事情。

在以后的论文中,我们将更为严密地讨论实际计算这一校正的可能性。”

然而,看来虽然克雷默在1937年就已经开始有了重整化计划的观念,但他并没有能够由此得出成功的结论^[14]。

二次大战时期,弗里定理被推广^[27]到各种不同类型的介子-核子耦合,而佩斯(Pais)和乔斯特(Jost)^[28]证明,这些类型是同电荷共轭不变和同电荷对称有关的。电荷共轭不变的进一步应用是由米歇尔(Michel)^[29]、李政道和我^[30]作出的。

1956~1957年间,证明宇称在弱相互作用中不守恒的实验,同时还证明^[11, 31],在弱相互作用中没有观测到电荷共轭不变。

4. CPT 定理

在施温格关于场论的论文^[32]中,已经认识到有一个定理,即稍后被称为的CPT定理(虽然他没有明写)。这个定理说,在任何洛伦兹不变的局域场论中,算符CPT使得理论不变,纵然C、P和T算符单独时可能不是这样。卢特斯(Luders)^[33]部分地证明了这个定理,而更加完整的证明则是泡利^[34]做的。在五十年代中期,这个定理在实用中变得极为重要^[31]。

1957年,乔斯特^[35]指出了CPT定理和微观因果性之间的关系。

从概念性观点来说,注意到下面这个事实是很有趣的,即我们在量子力学中有必要使用复数,作为我们描述物理世界的根本要素,而在量子场论中,则有必要使用解析函数。CPT定理^[36]就是这样发展过来的。在此时刻我们当然不知道,在我们对CPT定理的理解中,前面还有没有以及还有什么更为深奥的发展。

5. CP 不变性的失效

发现P和C不守恒以后,为了保全尽可能多的对称性,曾经有人建议让CP严格守恒。在多年中,这个建议是同所有的实验结果相符合的。但是1964年,克里斯坦森(Christenson)、克罗宁(Cronin)、菲奇(Fitch)和图雷(Turlay)发现^[37]CP守恒也不是严格有效的。由于有CPT定理,人们相信时间反演不变同样不是严格成立的。

6. 评论

研究分立对称性的失效直到今天还在许多方面继续进行。关于P、C和CP不守恒的现象已经知道得不少了。理论上,从这些研究得出的两个最重要的概

念性进展是：第一，早期的中微子二分量理论^[39]再次得到证实^[38]；第二，为了适应 CP 不守恒，4个夸克是不够的。这就是小林(Kobayashi)和增川(Maskawa)^[40]在1973年所作的非常卓越的分析。技术上， P 守恒的失效使得有可能产生极化粒子束，它对许多实验研究都有促进。

但是，分立对称性失效的根本原因今天仍然是未知的。事实上，对于这些失效的潜在的理论基础，看来甚至尚未有人提出任何建议。这样一种理论基础，我相信必定是存在的，因为从根本上说，我们已经知道，物理世界的理论结构决不会是没有原因的。

- [1] Laporte O., *Zeit. f. Phys.*, **23** (1924) 135
- [2] Wigner E. P., *Zeit. f. Phys.*, **43** (1928) 624; Neumann J. V., Wigner E. P., *Zeit. f. Phys.*, **49** (1928) 73; Weyl H., *Gruppen Theorie und Quantenmechanik*, Leipzig (1928)
- [3] Wigner E. P., *Gruppen Theorie und Ihre Anwendung auf die Quantenmechanik der Atomspektren*, Friedr. Vieweg (1931); English translation, Academic Press (1959)
- [4] Condon E. U., Shortley G. H., *The Theory of Atomic Spectra*, Cambridge University Press (1935)
- [5] Dalitz R. H., *Phil. Mag.*, **44** (1953) 1068; *Phys. Rev.*, **94** (1954) 1046; Fabri E., *Nuovo Cimento*, **11** (1954) 479
- [6] Dalitz R. H., *Proceedings of the 1955 Rochester Conference*
- [7] Yang C. N., *Rev. Mod. Phys.*, **29** (1957) 231
- [8] Yang C. N., *Proceedings of the 1956 Rochester Conference*
- [9] Lee T. D., Yang C. N., *Phys. Rev.*, **104** (1956) 254
- [10] Yang C. N., *Selected Papers 1945~1980 with Commentary*, Freeman (in press)
- [11] Wu C. S., Ambler E., Hayward R. W., Hoppes D. D., Hudson R. P., *Phys. Rev.*, **105** (1957) 1413; Garwin R. L., Lederman L. M., Weinrich M., *Phys. Rev.*, **105** (1957) 1415; Friedman J. I., Telegdi V. L., *Phys. Rev.*, **105** (1957) 1681; *Adventures in Experimental Physics*, Gamma volume, Maglich B. ed., World Science Education (1973)
- [12] Kramers H. A., *Proc. Acad. Amsterdam*, **33** (1930) 959; Reprinted in *A. A. Kramers Collected Scientific Papers*, North-Holland (1956)
- [13] Wigner E. P., *Nachrichtung Akad. Wiss. Gottingen, Math-Physik* (1932) 546
- [14] See the forthcoming biography of H. A. Kramers by M. Dresden to be published by Springer-Verlag.
- [15] Pauli W., *Rev. Mod. Phys.*, **13** (1941) 203
- [16] Lloyd S., *Phys. Rev.*, **81** (1951) 161
- [17] Schwinger J., *Phys. Rev.*, **82** (1951) 914
- [18] Dirac P. A. M., *Proc. Roy. Soc.*, **A117** (1928) 610

- [19] Dirac P. A. M., *Proc. Roy. Soc.*, **A126** (1930) 360
- [20] Tamm I., *Z. Physik*, **62** (1930) 545; Dirac P. A. M., *Proc. Camb. Philos. Soc.*, **26** (1930) 361; Oppenheimer J. R., *Phys. Rev.*, **35** (1930) 939; Weyl H., *Gruppen Theorie und Quantenmechanik*, 2nd ed. (1931) 234
- [21] Oppenheimer J. R., *Phys. Rev.*, **35** (1930) 562
- [22] Dirac P. A. M., *Proc. Roy. Soc.*, **A133** (1931) 60
- [23] Yang C. N., Paper [59c] in reference 10 above
- [24] Furry W. H., *Phys. Rev.*, **51** (1937) 125
- [25] Majorana E., *Nuovo Cimento*, **14** (1937) 171
- [26] Kramers H. A., *Proc. Acad. Amsterdam*, **40** (1937) 814
- [27] Fukuda H., Miyamoto Y., *Progr. Theoretical Phys.*, **4** (1950) 389; Nishijama K., *Progr. Theoretical Phys.*, **6** (1951) 614
- [28] Pais A., Jost R., *Phys. Rev.*, **87** (1952) 871
- [29] Michel L., *Nuovo Cimento*, **10** (1953) 319
- [30] Lee T. D., Yang C. N., *Nuovo Cimento*, **3** (1956) 749
- [31] Lee T. D., Oehme R., Yang C. N., *Phys. Rev.*, **106** (1957) 340. This paper was written as a result of a letter from Oehme dated August 7, 1956. See Commentary on [57e] in ref. 10. See also Ioffe B. L., Okun L. B., Rudik A. P., *JETP*, **32** (1957) 396.
- [32] Schwinger J., *Phys. Rev.*, **91** (1953) 713; **94** (1954) 1362. See especially equations (54) and (209) and discussions of these equations in the latter paper.
- [33] Luders G., *Kgl. Danske Videnskab. Selskab, Mat.-fys. Medd.*, **28**, 5 (1954)
- [34] Pauli W., *Niels Bohr and the Development of Physics*, Pergamon (1955)
- [35] Jost R., *Helv. Phys. Acta*, **30** (1957) 409.
- [36] It is interesting that H. Weyl wrote in November 1930, in the preface to the second German edition of his *The Theory of Groups and Quantum Mechanics*:
The fundamental problem of the proton and the electron has been discussed in its relation to the symmetry properties of the quantum laws with respect to the interchange of right and left, past and future, and positive and negative electricity. At present no solution of the problem seems in sight; I fear that the clouds hanging over this part of the subject will roll together to form a new crisis in quantum physics.
[See H. P. Robertson's translation (Dover, 1950).] He was thinking of P , T and C , but I am not sure what crisis he was referring to.
- [37] Christenson J., Cronin J. W., Fitch V. L., Turlay R., *Phys. Rev. Letters*, **13** (1964) 138
- [38] Salam A., *Nuovo Cimento*, **5** (1957) 299; Lee T. D., Yang C. N., *Phys. Rev.*, **105** (1957) 1671; Landau L., *Nuclear Physics*, **3** (1957) 127
- [39] Weyl H., *Z. Physik*, **56** (1929) 330
- [40] Kobayashi M., Maskawa T., *Progress Theoret. Physics*, **49** (1973) 652

漂外,还有一个周期性的慢变化,但变化幅度不大,变化周期约在20~30小时之间,不很稳定.昆明的扭摆只装了一个反射镜,其变化周期为 $T=34.067$ 秒;芒市的扭摆装有两个反射镜,其变化周期分别为 $T_1=53.356$ 秒和 $T_2=42.895$ 秒.多项式回归表明,每天的数据皆以三次曲线回归所得之余差最小,这与上述20~30小时的周期性慢变化相一致.经多项式回归消去零漂和慢周期性变化后,扭摆的周期的绝对误差 ΔT 的标准差一般都小于0.5毫秒,所以 $\Delta T/T$ 的标准差 $\sigma < 1 \times 10^{-5}$,这比Saxl的约小一个数量级.日食当天,扭摆取得了全天的完整记录,经回归处理,全部观测值与回归线的偏离均不超过 2σ ;对芒市多面反射镜所得资料的分析结果也一样.所以在这次日食中,扭摆上没有发现异常现象.

水平摆倾斜仪.这次云南日全食食甚时,太阳的地平高度仅有几度,引力屏蔽效应主要表现在水平方向上.我们的水平摆倾斜仪测地倾的灵敏度约在 $0.^{\circ}01$ 左右,相当于在水平方向上约可检测 $48 \times 10^{-6} \text{gal}$ 的加速度变化.这

次日食观测,两个观测点在日食当天的记录都是完整的.分析表明,在消去零漂和固体潮的影响后,水平摆在日食期间没有出现超过两倍标准差的偏离情况,即未发生统计允许以外的异常现象.

天平 在芒市安装了一台TG-332型微量天平,经改装可作自动记录.天平两个称盘上各放一个10克重的砝码.称盘转轴在水平面指向南北方向,对这个方向的扭矩和东西方向的地倾均可作出灵敏的响应.2月16日当天,天平取得完整记录.多项式回归分析表明,其日变化与三次曲线拟合较好.从曲线上看,在食甚(北京时间 $1^{\text{h}}33^{\text{m}}44.^{\circ}0$)前后几十分钟与回归线偏差较大一些,且可连成一个小包,但最大偏离仍不超过两倍标准差,也是在统计允许范围之内.

悬镜 可观测垂直旋量的一种装置,这次因配套仪器工作不正常未取得有意义的结果.

赵之淑和王立林同志协助完成了仪器方面的工作,谨向他们和参加日食观测的其他有关同志致谢. (1982年10月5日收到)

编后

自旋、宇称、电荷共轭和时间反演,都是近代物理的重要概念.杨振宁教授在《P、T和C的分立对称性》和《自旋》两文中精辟地分析了这些概念的发展历史,提出了一些值得深思的问题.50年前就提出的自旋,在微观世界中究竟意味着什么?这个问题至今仍未解决.作者预言,自旋概念将会与广义相对论相结合,还可能与神秘的 μ 介子、 τ 介子的存在有联系.自李政道、杨振宁发现宇称在弱相互作用中不守恒以来,已有近26年的历史,接着又发现了电荷共轭、时间反演对称性的失效,但对不守恒的原因仍一无所知.杨振宁教授的这两篇文章给了我们十分有益的启示:如同许多科学领域有难题一样,物理世界的奇妙,也仍有待我们去探索.

黄河是中华民族的摇篮,《黄河下游河道变迁与治黄经验初探》一文对二、三千年以来黄河河道的变迁情况、原因,历代治黄的经验、教训,以及今后治黄方略作了较全面的介绍.

大熊猫是我国的珍贵动物,但是生育力不强,如何做好大熊猫的繁殖工作,是一个应该关心的问题.《大熊猫发情期中NAG的特异表现与排卵的关系》一文介绍了雌性大熊猫在性行为高潮期间尿中排出的NAG有特异性的增大,并与性交时间密切吻合,可根据以快速而准确地判断雌性大熊猫的排卵时间.我国科学工作者的这一成果为大熊猫的人工授精提供了一

个方法.

冠心病目前仍属医学上的疑难病症之一.本期所刊《冠心病与化学防治问题》一文的作者,通过测定血液的pH值,提出了一个关于粥状动脉硬化的胆固醇的“载体说”,值得深入探讨.

本刊5卷5期曾载《数理语言学》译稿一篇,作者系该学科开创者和权威之一,但写作年代较早.近年来数理语言学发展迅速,成果累累,特约请戚雨村、徐振远二同志撰写《数理语言学浅说》一文,结合我国语言实际,再作进一步的介绍,借以概见数理科学向人文科学渗透的一个方面.

金属或合金由于腐蚀而在经济上所造成的损失是巨大的.因此,控制腐蚀,已成为一门日益受到重视的科学.《腐蚀电化学》一文,从该学科的概貌、特点以及目前发展的趋势,作了较全面的介绍和探讨.

等离子体有高温和低温之分,当温度低于 10^4K 时,气体只部分电离,这就是部分等离子体,也称低温等离子体.《低温等离子体的应用》一文介绍了低温等离子体在发电、冶炼、研制优质材料等方面的应用.

全息存储是解决情报资料缩微存储和自动检索的一种好方法,《情报资料的全息存储和检索》对此作了介绍.

某些无色透明的晶体在一定条件下会有颜色.这种现象称为附加赋色.《色心晶体机理》对赋色的机理及其理论处理的方法作了较详尽的综述.