

快 报

关于 Pt 偶同位素的 $i_{13/2}$ 中子对¹⁾

张敬业 鍾纪泉 焦敦庞 葛元秀 马希亮

(中国科学院近代物理研究所, 兰州)

摘 要

本文对偶 Pt 同位素 $i_{13/2}$ 中子对作了一个较细致的系统的分析。实验数据和用不同 κ 、 μ 参数所得到的 Nilsson 推转模型结果间的比较, 给出如下重要性质: 1) 改善的 κ 、 μ 参数能够很好符合 ^{185}Au 数据, 对 Pt 同位素一般地似乎也是合适的, 但尚需更多的实验与理论数据检验。2) 仅仅有 $\nu i_{13/2}$ 排列不能解释 ^{184}Pt 中大的上弯现象, 而 $\pi h_{9/2}$ 排列应该同样也起作用。3) 实验数据与理论计算之间的偏离表明, 一种包括 ϵ_2 、 ϵ_4 及 γ 三维势能面的计算是必需的。

近年来, 对于 ^{80}Hg 同位素形状共存现象^[1] 及 ^{76}Os 同位素的十六极形变效应的探讨^[2], 使人们对于这个过渡区的原子核内 $i_{13/2}$ 中子和 $h_{9/2}$ 质子的位置以及转动排列过程有了许多了解, 但仍有不少方面的理论值和实验不一致^[3]。为了更深入地分析这些问题, 有许多实验室近来深化了对 ^{78}Pt 同位素的研究^[4]。实验发现 $^{78}\text{Pt}_{106}$ 的 $J_x \sim \hbar\omega$ 图上在 $\hbar\omega$ 为 0.2~0.3 MeV 的范围内, 有个很大的上弯, I_x 突增近 $10\hbar$, 而 $N < 106$ 或 $N > 106$ 的两侧均尚未观察到同类现象。为了系统探讨这一现象, 显然 $i_{13/2}$ 中子对的作用是首先应该考察的问题。

Nilsson 位的推转壳模型^[5], 对于高自旋现象的描述取得了巨大的成功, 尤其对于大形变稀土核, 排列角动量 i 、临界转动频率 $\hbar\omega_c$ 及超带与基带的相互作用强度等物理量均能达到基本符合^[6]。但是对于其他质量区, 例如 Hg—Au—Pt 区, Nilsson 位^[7]

$$V' = -\kappa(N)\hbar\omega_0\{2l_i \cdot s + \mu(N)(l_i^2 - \langle l_i^2 \rangle_N)\}$$

(其中 l_i 表示在延伸坐标系中的角动量) 中的参数 $\kappa(N)$ 及 $\mu(N)$ 应取什么值尚是值得研究的问题。正如 Nilsson 本人所指出的^[7], 平常所谓的标准 κ 、 μ , 仅对于大形变稀土核

本文 1985 年 12 月 2 日收到。

1) 国家自然科学基金资助项目。

($A \approx$
Au—Pt
子数 A
自然有
图
是利用
位推转
 Δ 是用
定的。
图, 给
这类图
 $\hbar\omega_c$ 值、
 $-\frac{\partial c'}{\partial \omega}$ 在
最大的
的上弯
亦和实验

($A \approx 165$)及铜系核($A \approx 242$), 是通过符合实验单粒子性质确定的, 而过渡区, 如 Hg—Au—Pt 核 ($A \approx 187$) 则是假定 κ, μ 为核子数 A 的线性函数内插而定的, 而这种假定, 自然有待于进一步的实验检验。

1)

实验数据和重要性质: 似乎也是合解释 ^{184}Pt 中计算之间的

图 1 是 ^{184}Pt 核的 $I_x \sim \hbar\omega$ 图^[4], 表 1 是利用 $A = 187$ 的标准 κ, μ 所作的 Nilsson 位推转壳模型的理论计算结果, 对能隙参数 Δ 是用 Wapstra 质量表^[5] 所得奇偶质量差确定的。图 2 是 ^{184}Pt 的中子罗斯量 (Routhian) 图, 给出了准粒子能与转动频率的关系。由这类图中可获得费米面附近各轨道交叉的 $\hbar\omega_c$ 值、相互作用能量 $2V$ 及排列角动量 $i = -\frac{\partial e'}{\partial \omega}$ 值。由表 1 可见, $^{182}\text{Pt}, ^{184}\text{Pt}$ 显然具有最大的超带与基带的相互作用, 这和 ^{184}Pt 有大的上弯看来是相符合的, 且这两核的 $\hbar\omega_c$ 值亦和实验相近。对于较重的 Pt 同位素实验上已测量到的自旋尚较低, 无法详加比较;

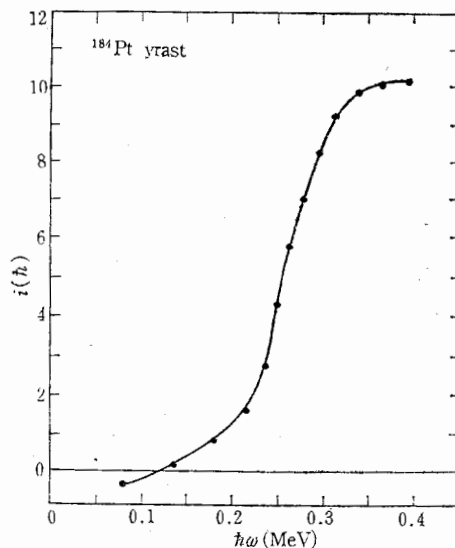


图 1 ^{184}Pt 的 $I_x \sim \hbar\omega$ 关系图

效应的探讨
列过程有了
些问题, 有
图上在 $\hbar\omega$
 $N > 106$ 的
作用是首先应

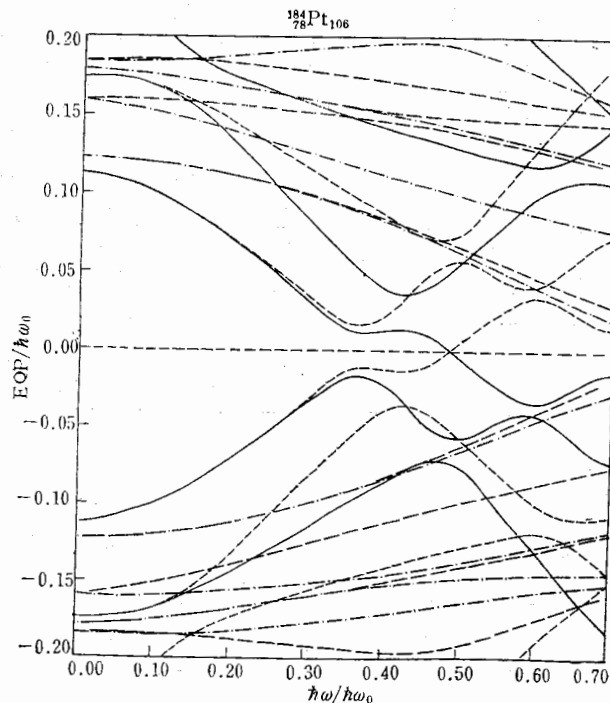


图 2 ^{184}Pt 的中子罗斯量(标准 κ, μ)

EPS2 = 0.205 EPS4 = 0.050 GAMMA = 0 N = 106.1 Z = 78 A = 184
LAMDA = 6.719 DELTA = 0.11

力, 尤其对于
等物理量均
[7]
么值尚是值得
大形变稀土

表 1 利用 $A = 187$ 标准 κ, μ 所得的结果

Pt 同位素	ϵ_2^*	ϵ_4^*	$\hbar\omega_c(\nu^{i_{13/2}})(\text{McV})$	$2V(\text{McV})$
178	0.1714	0.020	0.169	0.061
180	0.2252	0.025	0.248	0.108
182	0.2115	0.040	0.256	0.221
184	0.2050	0.050	0.256	0.200
186	0.1916	0.060	0.302	0.145
188	0.1580	0.050	0.304	0.116

* 取自理论计算(9)

表 2 一组可能的 $\kappa(N)$ 和 $\mu(N)$

		0	1	2	3	4	5	6	7	8
质子	κ	0.120	0.120	0.105	0.090	0.065	0.060	0.054	0.054	0.054
	μ	0.00	0.00	0.00	0.30	0.57	0.54	0.52	0.52	0.52
中子	κ	0.120	0.120	0.105	0.090	0.070	0.062	0.062	0.062	0.062
	μ	0.00	0.00	0.00	0.25	0.39	0.43	0.34*	0.26	0.26

* 有迹象表明,此值取 0.38 更好些^[13]表 3 利用表 2 的 $\kappa(N)$ 和 $\mu(N)$ 所得的结果

Pt 同位素	ϵ_2	ϵ_4	$\hbar\omega_c(\nu^{i_{13/2}})(\text{McV})$	$2V(\text{McV})$
178	0.210	0.110	0.221	0.129
180	0.219	0.019	0.223	0.186
182	0.224	0.029	0.253	0.030
184	0.224	0.039	0.281	0.306
186	0.210	0.044	0.289	0.179
188	0.196	0.047	0.318	0.092
190	0.159	0.037	0.293	0.164

但较轻的,例如 ^{180}Pt , 最近已有迹象表明,确实存在回弯现象,但 $\hbar\omega_c$ 值尚有待最后确定^[10].

1980 年以来, Nilsson 的一些学生,进一步改进了 κ, μ ^[11], 代替作为 A 的函数,他们建议 κ, μ 应是 N 的函数. 但为了符合 Au 同位素,尤其是 ^{185}Au 的最新实验数据,对于 $N = 5$ 和 $N = 6$ 的质子 κ, μ 还需作进一步修正^[12,13], 结果如表 2 所示. 表 3 则是利用这组新的 κ, μ 所得的计算结果,而且形变值是利用表 2 的 κ, μ 作位能面计算所确定的^[14].

表 3 的结果,从理论上说更为自洽,因为基态平衡形变亦是用同样的 κ, μ 算得的,特别是利用表 2 这一组 κ, μ 所得的 Au 同位素的理论结果与实验的符合情况与标准 $A = 187$ 参数或文献 [11] 所给出的 $\kappa(N), \mu(N)$ 所得的结果比较起来,均有明显的改进^[15].

但是
步的
在
这是
由
算,作
范围,
致,自
素,这
(Δ) 作
的计算
组正在

- [1] W
R
P
[2] J.
[3] A
L
P
[4] L.
C
H
[5] R.
[6] R.
[7] S.
an
[8] A.
[9] P.
[10] H.
[11] T.
[12] Jir
Ji
(198:
[13] Jir
[14] Jin
即:
[15] W.

但是对于 Pt 同位素, 由于实验资料的限制, 还无法对表 1、表 3 的结果的优劣作出进一步的判断。

但是对于 ^{184}Pt , 两类 κ , μ 所给出的中子 $i_{13/2}$ 的排列角动量, 均远小于实验观察值, 这是由于质子 $h_{9/2}$ 排列效应 (本文尚未加以讨论), 另外 γ 形变亦可能有影响. 本文的计算, 作为近似, 是假定 $\gamma = 0$ 的, 而 ^{180}Pt 的回弯^[10], 似乎也出现在高于理论 $\hbar\omega_c$ 值的频率范围, 利用 Woods-Saxon 位所作的计算, 也给出类似的结果^[15]. 这些现象与理论的不一致, 自然还可能是由于随着自旋的增加, 形变和对关联的变化所导致的, 对于过渡区的核素, 这一效应尤其不能忽略. 因此一种自洽的包括三维形变参数 (ε_2 , ε_4 , γ) 和对关联 (Δ) 作为转动频率的函数的计算就显得更为重要了. 这样一组大型的数值计算离开大型的计算机和国际间的合作是不易完成的. 现在一个瑞典隆德-华沙-兰州-橡树岭合作小组正在美国橡树岭从事这种计算, 可望不久即有结果问世.

参 考 文 献

- [1] W. C. Ma, A. V. Ramayya, J. H. Hamilton, S. J. Robinson, J. D. Cole, E. F. Zganjar, E. H. Spejewski, R. Bengtsson, W. Nazarewicz and Jing-ye Zhang (张敬业) The structure of high spin states in ^{184}Hg , *Phys. Lett.*, **167B**(1986), 277.
- [2] J. D. Garrett and S. Frauendorf, *Phys. Lett.*, **108B**(1982), 77.
- [3] A. J. Larabee, M. P. Carpenter, L. L. Riedinger, L. H. Courtney, J. C. Waddington, V. Janzen, G. A. Leander, W. Nazarewicz, Jing-ye Zhang (张敬业) and R. Bengtsson, High-spin band structure in ^{185}Au , *Phys. Lett.*, **169B**(1986), 21.
- [4] L. L. Riedinger, A. J. Larabee and Jing-ye Zhang (张敬业), Proc. Symp. Div. Nucl. Chem. Tech. ACS, Chicago, 8—13 Sept. 1985.
H. J. Riezebos, J. F. W. Jansen, R. Kaczarowski, M. J. A. Devoigt, ELSA, Stockholm, 28—31 May, 1985.
- [5] R. Bengtsson and S. Frauendorf, *Nucl. Phys.*, **A314**(1979), 27.
- [6] R. Bengtsson and J. D. Garrett, Preprint Lund-Mph-84/18.
- [7] S. G. Nilsson, C. F. Tsang, A. Sobizewski, Z. Szymanski, S. Wycech, C. Gustafson, I. Lamm, P. Moller and B. Nilsson, *Nucl. Phys.*, **A131**(1969), 1.
- [8] A. H. Wapstra and G. Audi, *Nucl. Phys.*, **A432**(1985), 1.
- [9] P. Möller and J. Nix, Private Communication.
- [10] H. Riezebos, Private Communication, 11, 1, 1985 in LBL.
- [11] T. Bengtsson and I. Ragnarsson, *Nucl. Phys.*, **A436**(1985), 14.
- [12] Jing-ye Zhang (张敬业), Asilomar, CA, USA, 28—30 Aug. 1985.
Jing-ye Zhang (张敬业), W. Nazarewicz, R. Bengtsson, L. L. Riedinger and A. J. Larabee, *Bull. Aps*, **30**(1985), 1275.
- [13] Jing-ye Zhang, J. D. Garrett, J. Baceler, S. Frauendorf, *Nucl. Phys.*, **A453**(1986), 104.
- [14] Jing-ye Zhang (张敬业), A. Larabee, L. Riedinger, "The proton κ , μ parameters in Pt-Au-Hg Region". 即将发表.
- [15] W. Nazarewicz, Private Communication, Aug. 1985.

 $V(\text{MeV})$

0.061

0.108

0.221

0.200

0.145

0.116

7

8

054 0.054

52 0.52

062 0.062

26 0.26

 $2V(\text{MeV})$

0.129

0.186

0.030

0.306

0.179

0.092

0.164

尚有待最后

(的函数, 他
验数据, 对
3 则是利用
所确定的^[14]
, μ 算得的
与标准
明显的改

ON THE $\nu_{i13/2}$ PAIR IN EVEN Pt ISOTOPES

ZHANG JING-YE ZHONG JI-QUAN JIAO DUNG-PANG GE YUAN-XIU MA XI-LIANG

(Institute of Modern Physics, Academia Sinica, Lanzhou)

ABSTRACT

A systematic analysis on the $\nu_{i13/2}$ pair in the even Pt isotopes has been carefully done. Comparisons between the experimental data and Nilsson cranked model results with different parameters κ , μ show. 1) An improved κ , μ set, which can nicely fit the ^{185}Au data, seems also applicable in Pt isotopes too. 2) The $\nu_{i13/2}$ alignment only could not explain the big up-bend phenomenon in ^{184}Pt , $\pi_{h9/2}$ alignment must be taken into consideration as well. 3) Deviations between experimental data and theoretical calculations indicate that a three dimensional potential energy surface calculation of ε_2 , ε_4 and γ , is needed.

快

越
E
质子又
的不同
有
中子排
月

(其中

核

156

158

^{156}Er 的
的 J_0 值
是中子

本文