

表2 $b_u=0.57\text{fm}$, $\Lambda=1200\text{MeV}$, $\Lambda'=1200\text{MeV}$, 线性禁闭势

η	H		d^*		d'		g_u^2	$a_{uu}/(\text{MeV}/\text{fm})$
	E/MeV	$\langle r^2 \rangle^{1/2}/\text{fm}$	E/MeV	$\langle r^2 \rangle^{1/2}/\text{fm}$	E/MeV	$\langle r^2 \rangle^{1/2}/\text{fm}$		
0	2376.42	0.64	2328.66	0.87	2655.50	0.98	1.219	24.03
0.3	2368.64	0.64	2356.71	0.89	2667.35	0.97	1.108	28.18
0.5	2359.24	0.64	2379.93	0.89	2676.62	0.98	1.009	31.84

表3 $b_u=0.50\text{fm}$, $\Lambda=829\text{MeV}$, $\Lambda'=987\text{MeV}$, 谐振子禁闭势

η	H		d^*		d'		g_u^2	$a_{uu}/(\text{MeV}/\text{fm}^2)$
	E/MeV	$\langle r^2 \rangle^{1/2}/\text{fm}$	E/MeV	$\langle r^2 \rangle^{1/2}/\text{fm}$	E/MeV	$\langle r^2 \rangle^{1/2}/\text{fm}$		
0	2513.79	0.54	2624.2	0.63	2960.46	0.76	0.847	55.79
0.3	2478.34	0.54	2747.4	0.60	2890.7	0.74	0.458	68.10
0.5	2423.39	0.55	2824.38	0.57	2795.83	0.71	0.087	79.85

表4 $b_u=0.57\text{fm}$, $\Lambda=1200\text{MeV}$, $\Lambda'=1200\text{MeV}$, 谐振子禁闭势

η	H		d^*		d'		g_u^2	$a_{uu}/(\text{MeV}/\text{fm}^2)$
	E/MeV	$\langle r^2 \rangle^{1/2}/\text{fm}$	E/MeV	$\langle r^2 \rangle^{1/2}/\text{fm}$	E/MeV	$\langle r^2 \rangle^{1/2}/\text{fm}$		
0	2382.76	0.63	2377.6	0.84	2718.53	0.99	1.219	11.21
0.3	2377.34	0.63	2431.77	0.80	2727.53	0.98	0.977	14.16
0.5	2369.21	0.63	2479.85	0.78	2730.73	0.96	0.788	17.18

对三种六夸克态能量有不同的影响。H和 d^* 对于矢量耦合比较敏感。H随矢量耦合参量的加大能量降低,而 d^* 则能量增高。

再分析一下核子参量 b_u 和截断质量 Λ 的不同使六夸克态能量有什么变化。如前所述,这里选取了两组参量。一组参量选用文献[6]中能很好拟合NN散射实验数据的参量 $b_u=0.50\text{fm}$, $\Lambda=829\text{MeV}$,另一组参量选用放大 $b_u=0.57\text{fm}$,截断质量 $\Lambda=1200\text{MeV}$ 。从表1与表2(或表3与表4)的比较中可以得知,当 $b_u=0.57\text{fm}$ 时,禁闭势的强度下降了许多,这样使得三种六夸克态能量都有所下降。 d^* 的能量已低于 $\Delta\Delta$ 阈能,达到2329MeV。

为了考察手征场耦合的效应,把只有单胶子交换、包含 $SU(2)$ 手征场以及包含 $SU(3)$ 手征场的三种情况的三个六夸克态能量列于表5中。结果显示 $SU(2)$ 手征场有利于双重子形成,而 $SU(3)$ 手征场却对六夸克态形成起限制作用。这表明手征场中的 σ 场是有益于双重子形成的,而其他手征场提供的“云”,并不有助于形成六夸克态。特别是带有奇异数的“云”,它们对H粒子的形成起到明显的限制作用。

表5 $b_u=0.57\text{fm}$, $\Lambda=1200\text{MeV}$, $\Lambda'=1200\text{MeV}$, 线性禁闭势

η	H		d^*		d'		g_u^2	$a_{uu}/(\text{MeV}/\text{fm})$
	E/MeV	$\langle r^2 \rangle^{1/2}/\text{fm}$	E/MeV	$\langle r^2 \rangle^{1/2}/\text{fm}$	E/MeV	$\langle r^2 \rangle^{1/2}/\text{fm}$		
单胶子	2459.44	0.61	2490.57	0.73	2915.25	0.63	1.323	88.14
$SU(2)$	2231.98	0.62	2275.4	0.89	2596.24	0.95	0.723	33.14
$SU(3)$	2376.42	0.64	2328.66	0.89	2655.50	0.98	1.219	24.03

另外,在这个工作中,得到的 H 粒子的能量始终高于 $\Lambda\Lambda$ 阈能. 这个数值比用两个集团模型得出的数值^[6]高. 这可能是由于我们选用的六夸克集团的模型空间不够大,应该还有更高的基对 H 能量有贡献,期望在此基础上扩大模型空间将会得到更有意义的结果. 此项工作目前正在讨论中.

对于 d^* , 从表 5 分析,如果采用极为有利参数及只考虑 $SU(2)$ 手征场的耦合, d^* 的能量可降至 2275 MeV 左右,已经低于 $\Lambda\Lambda$ 阈能约 200 MeV, 可是仍然比 $NN\pi\pi$ 阈能高,不能形成一个窄共振峰,在实验上不容易被观测.

我们还对 d' 做了更深一步的讨论. Wagner^[5]等人的计算中,当考虑 $N=1$ 模型空间, d' 质量为 2680 MeV, 当增大空间到 $N=3$, d' 能量为 2565 MeV. 选用同样的参数,在 $N=1$ 空间,对 ω 求变分,求解本征值,得到的结果为 2648 MeV. 相信当扩大模型空间,能量还会下降. 但预计若想达到实验中期待的质量 2065 MeV 仍然是困难的.

总之,我们在 $SU(3)$ 手征夸克模型的框架下系统地研究了双重子的各种非微扰效应, $SU(3)$ 手征介子场的全部引入并不利于双重子的结合. 而矢量耦合的效应,对三个六夸克态却有不同结果, H 粒子随矢量耦合部分的加大能量降低,但 d^* 能量随矢量耦合加大而增高.

参 考 文 献

- [1] Jaffe R L. Phys. Rev. Lett., 1977, 38:195
- [2] Sachio Takeuchi, Makoto Oka. Phys. Rev. Lett., 1991, 66:1271
- [3] Stotzer R W, Burger T. et al. Phys. Rev. Lett., 1997, 78:3646
- [4] Bilger R, Clement H A, Schepkin M G. Phys. Rev. Lett., 1993, 71:42
- [5] Georg Wagner, Glozman L Ya. Nucl. Phys., 1995, A594: 263—293
- [6] Zhang Z Y, Faessler A, Straub U et al. Nucl. Phys., 1994, A578:573; Zhang Z Y, Yu Y W, Shen P N et al. Nucl. Phys. 1997, A625:59—70
- [7] Shen P N, Dong Y B, Yu Y W et al. Phys. Rev., 1997, C55:2024
- [8] Ulrich Straub, Zhang Zong ye. Nucl. Phys. 1990, A508:385c—394c

Structure of Dibaryon in Chiral-Quark Model*

Yuan Xiuqing Zhang Zongye Yu Youwen Shen Pengnian

(Institute of High Energy Physics, CAS, Beijing 100039)

Abstract The $SU(3)$ chiral quark model is used to investigate the structures of three six-quark systems-H dibaryon, d^* and d' states. The non-perturbative QCD effects such as $SU(3)$ chiral field coupling and the vector-coupling effect on the confinement potential are studied. The results show that the $SU(2)$ chiral field coupling makes six-quark system more stable, but the $SU(3)$ chiral "cloud" is not favourable to form the dibaryons.

Key words $SU(3)$ chiral quark model, dibaryon, vector-coupling

Received 3 September 1997, Revised 5 November 1997

* Supported by the National Natural Science Foundation of China

核内核子部分子的逸出及共用与核子 结构函数的核效应^{*}

段春贵 何祯民

(河北师范大学物理系 石家庄 050016)

张立刚

(武汉冶金科技大学物理教研室 武汉 430000)

薛大力 厉光烈

(中国科学院高能物理研究所 北京 100039)

摘要 在核介质中,可能存在非核子自由度. 这些非核子自由度是核内核子中逸出的部分子组成的色单态集团. 另外,由于核内部分子在核子运动方向上的不确定性,致使较小 x 的部分子的运动范围进入邻近核子,成为几个核子的共用部分子. 在考虑了部分子逸出与共用的因素后,用有效核子质量一个参数,计算了束缚核子的结构函数,所得结果和 NMC 组最新实验数据符合甚好.

关键词 部分子 核子结构函数 核效应

1982年,欧洲 μ 子实验合作组 (European Muon Collaboration, 简称 EMC) 用 μ 子在氢、氘和铁靶上做深度非弹性散射实验,发现束缚在原子核内核子的结构函数,即核内核子的夸克动量分布,与自由核子的明显不同^[1], 这就是 EMC 效应. 它反映了核环境可以影响核子的内部结构. EMC 效应发现以后,人们进行了大量的带电轻子的深度非弹性散射实验,通过测量质量为 A_1 的核的平均结构函数 $F_2^{A_1}(x)$ 与质量为 A_2 的核的平均结构函数 $F_2^{A_2}(x)$ 之比来研究核子结构函数的核效应. 最近,新 μ 子实验合作组 (New Muon Collaboration, 简称 NMC)^[2] 报告了它们测量 F_2^{He}/F_2^D , F_2^H/F_2^D , F_2^C/F_2^D , F_2^{Ca}/F_2^D , F_2^{Ca}/F_2^H , F_2^{Ca}/F_2^C 的最新实验结果,其数据的覆盖范围为 $10^{-4} < x < 0.5$. 这些数据表明,对于 $R(x) = F_2^{A_1}(x)/F_2^{A_2}(x)$, 如果 A_1 比 A_2 大,那么,当 $x < 0.05$ 时, $R(x)$ 比 1 小,称之为遮蔽区; 当 $0.05 < x < 0.15$ 时, $R(x)$ 比 1 稍大一点儿,称之为反遮蔽区; 当 $0.15 < x < 0.5$ 时, $R(x)$ 随 x 下降,该区域常称为 EMC 区. 此外, NMC 的实验结果还指出: 结构函数之比 $R(x)$ 没有明显的 Q^2

1997-08-19收稿

^{*}国家及河北省自然科学基金资助