

# 高能质子-核和核-核碰撞中末态作用 对 $K^+/\pi^+$ 比的影响\*

刘波<sup>1)</sup>

(中国科学院高能物理研究所, 北京 100039)

## 摘 要

$\pi$  介子与周围核子发生次级碰撞可以改变  $K^+/\pi^+$  比. 本文用 Glauber 模型计算在质子-核和核-核碰撞中的  $K^+/\pi^+$  比. 计算表明, 末态相互作用对  $K^+/\pi^+$  比的效应是重要的.

## 一、引 言

在 BNL 的 E802 合作组测量了在实验系能量为 14.5 GeV/核子的重离子碰撞中的 K 介子产生, 得到  $^{28}\text{Si}$  与  $^{197}\text{Au}$  碰撞中产生的  $K^+/\pi^+$  比大约是 20%, 是相似能量下的质子-质子碰撞中产生的  $K^+/\pi^+$  比的四倍左右<sup>[1]</sup>. 这个结果引起了很大的兴趣和注意. 很多作者提出了不同的模型试图解释这个实验现象<sup>[2-12]</sup>, 其中一些人提出, 丰富的奇异粒子产生可能是夸克-胶子等离子体 (QGP) 形成的一个信号. 本文的目的是处理影响  $K^+/\pi^+$  比的末态作用效应, 期望用传统的方法分析  $K^+/\pi^+$  比的增大.

考虑一个高能入射粒子或核与一个靶核发生碰撞. 当入射粒子或核通过原子核时,  $\pi$  介子和 K 介子是非弹性的核子-核子 (N-N) 碰撞中产生. 我们称在 N-N 非弹性碰撞中产生的  $\pi$  和 K 介子为原始的  $\pi$  和 K 介子. 这些原始的  $\pi$  和 K 介子可以与核中的核子发生次级作用.  $\pi$  介子与周围核子发生次级作用可以是由  $\pi$  介子引起的 K 产生反应,  $\pi$  吸收,  $\pi$ -核子单电荷交换反应,  $\pi$ - $\pi$  反应等. 这些次级碰撞或者减少  $\pi^+$  介子数目或者增加  $K^+$  介子数目, 从而改变末态的  $\pi^+$  和  $K^+$  介子产额, 影响  $K^+/\pi^+$  比. 我们称这些次级碰撞过程为末态相互作用.

本文在 Glauber 模型的框架下, 处理质子-核 (P-A) 和核-核 (B-A) 碰撞中由  $\pi$  介子引起的  $K^+$  介子产生反应和  $\pi$ -核子单电荷交换反应这两类末态作用对  $K^+/\pi^+$  比的贡献. 在第二节我们给出影响  $K^+/\pi^+$  比的次级碰撞过程. 在第三节给出计算公式, 最后一节是我们的计算结果和讨论.

本文1991年12月2日收到.

\* 国家自然科学基金资助.

1) CCAST 协联成员.

## 二、次级碰撞过程

在非弹性的 N-N 碰撞中产生的  $\pi$  和 K 介子可以与周围的核子发生末态相互作用, 从而影响  $K^+/\pi^+$  比. 下面是由  $\pi$  和 K 介子引起的可以改变  $K^+/\pi^+$  比的次级碰撞过程:



在上面的反应中, N 表示核子, p 表示质子, n 表示中子, X 表示  $\lambda$  或  $\Sigma$ .

反应(2.1)–(2.3)是  $\pi$  介子引起的  $K^+$  产生反应, 这类反应可以改变  $K^+/\pi^+$  比. 一些作者<sup>(2,3)</sup>用蒙特卡罗方法分析过这类过程对 B-A 碰撞中  $K^+/\pi^+$  比的影响, 本文用不同的方法计算它对 P-A 和 B-A 碰撞中  $K^+/\pi^+$  比的贡献大小. 在我们的计算中, 反应(2.1)的截面用  $\sigma_{\pi}$  表示. 在计算中, 我们使用的  $\sigma_{\pi}$  是对质子与中子和不同能量平均后的数值. 反应(2.2)和(2.3)对  $K^+$  数目增加的贡献近似取为和反应(2.1)相同<sup>(2)</sup>. 由于这方面的实验资料不很充分, 为了分析  $K^+/\pi^+$  比随  $\sigma_{\pi}$  的变化关系, 在计算中我们取  $\sigma_{\pi}$  从 0.5 到 5.0 mb, 以便能得到  $K^+/\pi^+$  比的下限和上限.

反应(2.4)和(2.5)是  $\pi$  介子-核子单电荷交换反应. 由于 N-N 碰撞中产生的三种  $\pi$  介子( $\pi^+$ ,  $\pi^0$ )的数目可以近似处理为大致相同, 而通常的原子核中的中子数总是大于质子数. 反应(2.4)式使  $\pi^+$  数目减少, 而反应(2.5)式使  $\pi^+$  数目增加. 但这类反应仍然可以使  $\pi^+$  介子数目减少, 从而影响  $K^+/\pi^+$  比.  $\pi^+$  介子数目的净减少决定于核中的中子数  $N$  与质子数  $Z$  之差  $N-Z$ . 我们用  $\sigma_{\text{see}}$  表示  $\pi$ -核子单电荷交换反应截面. 在接近 1 GeV 附近时,  $\pi$ -核子单电荷交换反应截面的实验值大约是 1 mb<sup>(13)</sup>. 在计算中, 我们取  $\sigma_{\text{see}}$  从 0.5 到 3.0 mb.

由于 K 介子与核子的作用较弱, 所以  $K^+$  介子不容易被核子吸收.  $\pi$  介子可以在核物质中被吸收. 由于能动量守恒要求, 在自由空间的  $\pi$  吸收至少需要两个核子参加. 在原子核中,  $\pi$  介子可以被一个核子吸收, 但由于核中核子的大动量成分, 使得  $\pi$  介子被一个核子吸收的几率很小. 低能  $\pi$  吸收的实验和理论分析表明, 静止的  $\pi$  吸收主要是两核子吸收机制<sup>(14)</sup>, 在中能还有三核子参加吸收过程<sup>(15)</sup>.  $\pi$  吸收对  $K^+/\pi^+$  比可能一定的影响, 但在高能区, 现在还没有  $\pi$  介子在核中被吸收的实验资料和理论工作, 本文先不考虑其贡献.

$\pi$ - $\pi$  反应(2.7)和(2.8)式使末态  $K^+$  介子数目增加,  $\pi^+$  介子数目减少, 同时末态  $K^-$  介子数目增加,  $\pi^-$  介子数目减少. 这类反应可以同时改变  $K^+/\pi^+$  和  $K^-/\pi^-$  比. 但是实验上还没有  $K^-/\pi^-$  比增大的迹象. 所以本文未能计入这类反应的影响.

本文在处理末态作用时, 只考虑  $\pi$  介子引起的  $K^+$  介子产生反应和  $\pi$ -核子单电荷交换反应对  $K^+/\pi^+$  比的影响. 为了比较不同次级碰撞过程的贡献, 我们将两类不同的末态

作用分别计入进行计算,计算得到的不同的  $K^+/\pi^+$  比改变,是由于不同的末态作用. 为了分析核效应,我们计算 P-A 和 B-A 碰撞中的  $K^+/\pi^+$  比,并进行比较,从中了解原子核对  $K^+/\pi^+$  比的效应,对于更好地理解在 B-A 碰撞中观察到的  $K^+/\pi^+$  比增大是有意义的.

### 三、在 P-A 和 B-A 碰撞中的 $K^+/\pi^+$ 比

在多次非弹性 N-N 碰撞中产生的  $\pi$  介子与周围核子发生次级碰撞,这些次级碰撞将导致  $K^+/\pi^+$  比的改变. 我们首先给出 P-A 碰撞中的计算公式,然后再推广到 B-A 碰撞中.

在 Glauber 模型下,对于  $P+A \rightarrow \pi^+ + X$  反应的截面可以写为<sup>[16]</sup>:

$$\sigma_{PA \rightarrow \pi^+} = \sigma_{PN \rightarrow \pi^+} P(PA \rightarrow \pi^+), \quad (3.1)$$

这里  $\sigma_{PN \rightarrow \pi^+}$  是质子与核子碰撞产生  $\pi^+$  的截面,而

$$P(PA \rightarrow \pi^+) = \frac{A}{(A+1)\sigma_f} \int d^2b [1 - [1 - \sigma_f T_A(b)]^{A+1}]. \quad (3.2)$$

这里  $\sigma_f$  是末态相互作用截面,当只考虑  $\pi$  介子引起的  $K^+$  产生反应和  $\pi$ -核子单电荷交换反应时:  $\sigma_f = \sigma_{re} + \frac{N-Z}{A} \sigma_{sce}$ . (3.2) 式中的  $T_A(b)$  是原子核断面函数,

$$T_A(b) = \int_{-\infty}^{\infty} \rho_A(b, z) dz. \quad (3.3)$$

这里  $\rho_A(r)$  是核密度,它的归一化是  $\int \rho_A(r) d^3r = 1$ . 在计算中,我们使用均匀分布的核密度,  $\rho_A(r) = \rho_0 \theta(R_A - r)$ , 得到

$$T_A(b) = 2\rho_0 \sqrt{R_A^2 - b^2}, \quad (3.4)$$

这里  $\rho_0 = 3/4\pi R_A^3$  和  $R_A = r_0 A^{1/3}$ .

对于反应  $P+A \rightarrow \pi^+ + X$  的截面也可以写为:

$$\sigma_{PA \rightarrow \pi^+} = \sigma_{PA \rightarrow \pi^+}^{(0)} (1 - X_\pi) \quad (3.5)$$

这里  $\sigma_{PA \rightarrow \pi^+}^{(0)}$  是没有末态作用的截面,  $X_\pi$  是由于末态作用使  $\pi^+$  介子数目减少的几率,将 (3.5) 式代入 (3.1) 式,得到,

$$X_\pi = 1 - P(PA \rightarrow \pi^+)/A. \quad (3.6)$$

当末态作用使  $K^+$  数目增加时,对于反应  $P+A \rightarrow K^+ + X$  的截面也可以写成:

$$\sigma_{PA \rightarrow K^+} = \sigma_{PA \rightarrow K^+}^{(0)} (1 + X_K). \quad (3.7)$$

这里  $\sigma_{PA \rightarrow K^+}^{(0)}$  是没有末态作用的截面,  $X_K$  是由于末态作用使  $K^+$  数目增加的几率.

在 P-A 碰撞中的  $K^+/\pi^+$  比可以定义为:

$$R_{PA} = \frac{\sigma_{PA \rightarrow K^+}}{\sigma_{PA \rightarrow \pi^+}} = \frac{\sigma_{PA \rightarrow K^+}^{(0)} (1 + X_K)}{\sigma_{PA \rightarrow \pi^+}^{(0)} (1 - X_\pi)} = R_{PA}^{(0)} \cdot W_{PA}, \quad (3.8)$$

这里

$$R_{PA}^{(0)} = \frac{\sigma_{PA \rightarrow K^+}^{(0)}}{\sigma_{PA \rightarrow \pi^+}^{(0)}}, \quad (3.9)$$

是没有末态作用时的  $K^+/\pi^+$  比,而  $W_{PA}$  是由于末态作用引起的增大修正因子,

$$W_{PA} = \frac{1 + X_K}{1 - X_\pi}. \quad (3.10)$$

由于在反应  $\pi^+ + N \rightarrow K^+ + X$  过程中,  $K^+$  数目的增加和  $\pi^+$  数目的减少相同, 当把反应  $\pi^- + N \rightarrow K^+ + X$  和  $\pi^0 + N \rightarrow K^+ + X$  过程中  $K^+$  数目的增加取作和反应  $\pi^+ + N \rightarrow K^+ + X$  相同时<sup>[2]</sup>, 则得到

$$\left. \begin{aligned} X_K &= 2X_\pi \\ \sigma_i &= \sigma_{re}. \end{aligned} \right\} \quad (3.11)$$

用公式(3.8)就可以计算末态作用对 P-A 碰撞中  $K^+/\pi^+$  比的影响.

用类似的方法, 将 P-A 碰撞中的公式推广到 B-A 碰撞中. 对于反应  $B+A \rightarrow \pi^+ + X$  的截面可以写为:

$$\sigma_{BA \rightarrow \pi^+} = \sigma_{PN \rightarrow \pi^+} P(BA \rightarrow \pi^+), \quad (3.12)$$

这里

$$P(BA \rightarrow \pi^+) = \frac{AB}{(A+1)(B+1)\sigma_i^A \sigma_i^B} \cdot \int d^2 b d^2 s \{1 - [1 - \sigma_i^B T_B(s)]^{B+1}\} \{1 - [1 - \sigma_i^A T_A(b-s)]^{A+1}\}. \quad (3.13)$$

这里  $s$  表示在核 B 中的一个核子相对于核 B 质心的横坐标,  $b-s$  表示核 A 中的一个核子相对于核 A 质心的横坐标,  $\sigma_i^{A(B)}$  表示由  $\pi$  介子引起的次级碰撞截面:

$$\sigma_i^\alpha = \sigma_{re} + \frac{N_\alpha - Z_\alpha}{\alpha} \sigma_{scc}, \quad \alpha = A, B. \quad (3.14)$$

其中  $Z_\alpha, N_\alpha$  表示在核  $\alpha$  中的质子数和中子数.

类似地, 对于反应  $B+A \rightarrow \pi^+ + X$  的截面可以写为,

$$\sigma_{BA \rightarrow \pi^+} = \sigma_{BA \rightarrow \pi^+}^{(0)} (1 - y_\pi). \quad (3.15)$$

这里  $\sigma_{BA \rightarrow \pi^+}^{(0)}$  表示没有末态作用的截面,  $y_\pi$  是由于末态作用使  $\pi^+$  介子数目减少的几率, 将(3.15)式代入(3.12)式, 得到,

$$y_\pi = 1 - P(BA \rightarrow \pi^+)/AB. \quad (3.16)$$

当末态作用使  $K^+$  数目增加时, 对于反应  $B+A \rightarrow K^+ + X$  的截面可以写为:

$$\sigma_{BA \rightarrow K^+} = \sigma_{BA \rightarrow K^+}^{(0)} (1 + y_K). \quad (3.17)$$

这里  $\sigma_{BA \rightarrow K^+}^{(0)}$  表示没有末态作用的截面,  $y_K$  是末态作用导致  $K^+$  产额增加的几率.

在 B-A 碰撞中的  $K^+/\pi^+$  比可以定义为:

$$R_{BA} = \frac{\sigma_{BA \rightarrow K^+}}{\sigma_{BA \rightarrow \pi^+}} = \frac{\sigma_{BA \rightarrow K^+}^{(0)} (1 + y_K)}{\sigma_{BA \rightarrow \pi^+}^{(0)} (1 - y_\pi)} = R_{BA}^{(0)} \cdot W_{BA}, \quad (3.18)$$

这里

$$R_{BA}^{(0)} = \frac{\sigma_{BA \rightarrow K^+}^{(0)}}{\sigma_{BA \rightarrow \pi^+}^{(0)}}, \quad (3.19)$$

是没有末态作用时的  $K^+/\pi^+$  比, 而  $W_{BA}$  是由于末态作用引起的增大因子,

$$W_{BA} = \frac{1 + y_K}{1 - y_\pi}. \quad (3.20)$$

用类似于 P-A 碰撞中的假定,得到,

$$y_K = 2y_\pi \quad \left| \quad \sigma_i^2 = \sigma_{re}, \quad \alpha = A, B. \right. \quad (3.21)$$

用公式(3.18)就可以计算末态相互作用如何影响 B-A 碰撞中的  $K^+/\pi^+$  比.

#### 四、结果与讨论

我们用 Glauber 模型计算了 P-A 和 B-A 碰撞中末态作用引起的  $K^+/\pi^+$  比的改变和核密度对  $K^+/\pi^+$  比的影响. 在计算中,质子-质子碰撞中的  $K^+/\pi^+$  比作为输入取为 0.05<sup>[17]</sup>,  $r_0$  作为参数,取为 1.1 和 1.2 fm. 不同的  $r_0$  对应不同的核密度,  $r_0 = 1.1$  fm 的核密度是 0.179 核子/fm<sup>3</sup>,  $r_0 = 1.2$  fm 对应的核密度为 0.138 核子/fm<sup>3</sup>.

为了比较不同次级碰撞过程对  $K^+/\pi^+$  比的贡献,我们分别进行计算. 计算的  $\pi$  介子引起的  $K^+$  介子产生反应对  $K^+/\pi^+$  比的贡献在图 1 中. 从图 1 看到,  $R_{PA}$  和  $R_{BA}$  都随  $\sigma_{re}$  的增加而增大,但  $R_{BA}$  比  $R_{PA}$  增大要快; 对于一个固定的  $\sigma_{re}$ ,  $r_0 = 1.1$  fm 的  $R_{PA}$  和  $R_{BA}$  比  $r_0 = 1.2$  fm 的大,这说明  $K^+/\pi^+$  比对核密度是敏感的,特别是  $R_{BA}$ . 我们知道,在 B-A 碰撞的重迭区核密度增高,使次级碰撞更容易发生,因而  $K^+/\pi^+$  比变化快的几率大. 对于固定的核密度,  $\sigma_{re}$  的取值对  $K^+/\pi^+$  比的影响很大. 在  $\sigma_{re} = 1.0$  mb 时,

$R_{BA}$  大约在 10% 左右,  $R_{BA}$  是  $R_{PA}$  的 1.5 倍左右;  $\sigma_{re}$  变化时,  $K^+/\pi^+$  比变化,当  $\sigma_{re}$  增大到 4—5 mb 时,  $R_{BA}$  就基本上与实验一致,  $R_{BA}$  变到是  $R_{PA}$  的 1.8 倍左右.  $R_{BA}$  与  $R_{PA}$  的关系是由于入射核效应. 图 1 的结果表明,  $\sigma_{re}$  的大小是很重要的. 由于实验资料不够充分,  $\sigma_{re}$  的合理取值有待进一步的实验检验.

表 1 是  $\pi$ -核子单电荷交换反应对  $K^+/\pi^+$  比的贡献. 结果表明,  $\pi$ -核子单电荷交换反应对  $K^+/\pi^+$  比的贡献很小; 当  $\sigma_{sce}$  变大时,  $R_{PA}$  和  $R_{BA}$  的增大非常缓慢; 差别很小;  $R_{BA}$  与  $R_{PA}$  的差别也不大,  $R_{BA}$  与  $R_{PA}$  的比值大约为 1.2. 由于  $\pi$ -核子单电荷交换反应对  $K^+/\pi^+$  比的贡献决定于核中的中子数与质子数之差,而 <sup>28</sup>Si 中的中子数和质子数相等,所以  $\pi$ -核子单电荷交换反应对  $K^+/\pi^+$  比的贡献完全来自于靶核中的中子数与质子数之差,因而贡献不大; 另外  $\pi$ -核子单电荷交换反应只能引起  $\pi^+$  介子数目减少,而不能使  $K^+$  介子产额增加,因此  $\pi$ -核子单电荷交换反应对  $K^+/\pi^+$  比的贡献小,而且  $K^+/\pi^+$  比对  $\sigma_{sce}$  和核密度不灵感.

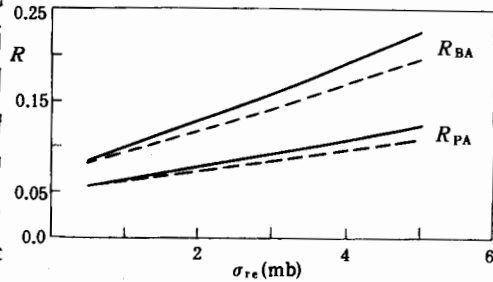


图 1  $\pi$  介子引起的  $K^+$  介子产生反应对  $K^+/\pi^+$  比的贡献

实线是  $r_0 = 1.1$  fm 的结果,虚线是  $r_0 = 1.2$  fm 的结果

表1  $\pi$ -核子单电荷交换反应对  $K^+/\pi^+$  比的贡献

$\sigma_{\text{sc}}(\text{mb})$		0.5	0.7	1.0	2.0	3.0
$r_0=1.1\text{fm}$	$R_{\text{PA}}(\%)$	5.04	5.06	5.09	5.17	5.26
	$R_{\text{BA}}(\%)$	6.01	6.03	6.06	6.17	6.28
$r_0=1.2\text{fm}$	$R_{\text{PA}}(\%)$	5.04	5.05	5.07	5.15	5.22
	$R_{\text{BA}}(\%)$	6.00	6.02	6.05	6.14	6.23

表2是  $\pi$  介子引起的  $K^+$  介子产生反应和  $\pi$ -核子单电荷交换反应同时计入的结果. 显示了两类反应截面不同组合下的  $K^+/\pi^+$  比的变化情况. 从表2看到, 当  $\sigma_{\text{re}}=1.0\text{mb}$  和  $\sigma_{\text{sc}}=1.0\text{mb}$  时, 得到的  $R_{\text{BA}}$  大约是10%左右, 小于实验资料;  $R_{\text{PA}}$  大约在6%左右. 当  $\sigma_{\text{re}}=5.0\text{mb}$  和  $\sigma_{\text{sc}}=1.0\text{mb}$  时, 计算的  $R_{\text{BA}}$  能很好地符合实验,  $R_{\text{PA}}$  大约在12%左右.

表2  $\pi$  介子引起的  $K^+$  产生反应和  $\pi$ -核子单电荷交换反应同时计入后的  $K^+/\pi^+$  比

$\sigma_{\text{re}}(\text{mb})$		0.5	0.7	1.0	2.0	2.0	3.0	4.0	5.0
$r_0=1.1\text{fm}$	$\sigma_{\text{sc}}(\text{mb})$	0.5	0.7	1.0	1.0	2.0	1.0	1.0	1.0
	$R_{\text{PA}}(\%)$	5.71	5.99	6.44	7.85	7.97	9.32	10.85	12.44
	$R_{\text{BA}}(\%)$	8.55	9.09	9.93	12.76	12.97	15.87	19.29	23.02
$r_0=1.2\text{fm}$	$\sigma_{\text{sc}}(\text{mb})$	0.5	0.7	1.0	1.0	2.0	1.0	1.0	1.0
	$R_{\text{PA}}(\%)$	5.59	5.83	6.20	7.37	7.47	8.59	9.84	11.14
	$R_{\text{BA}}(\%)$	8.34	8.79	9.48	11.79	11.96	14.30	17.02	19.96

我们的计算表明, 末态作用对  $K^+/\pi^+$  比的效应是很重要的, 核密度对末态相互作用的影响不可疏忽, 尤其是对 B-A 碰撞. 作为粗糙近似,  $\pi$ -核子单电荷交换反应对  $K^+/\pi^+$  比的贡献可以忽略不计. 当末态作用中只考虑  $\pi$  介子引起的  $K^+$  产生反应时,  $K^+/\pi^+$  比是增大的, 增大多少依赖于  $\sigma_{\text{re}}$ ; 当  $\sigma_{\text{re}}$  在1.0mb 附近时, 计算的  $R_{\text{BA}}$  小于实验资料; 当  $\sigma_{\text{re}}$  变大到4-5mb 时(等价于增大核密度), 实验上观察到的高能重离子碰撞中的  $K^+/\pi^+$  比增大是可以末态相互作用解释.

是否需要引入 QGP 才能解释  $K^+/\pi^+$  比增大这一现象? 为了更好地理解高能核-核碰撞中观测到的  $K^+/\pi^+$  比增大实验资料和检验各种理论模型, 次级碰撞产生奇异粒子的截面和 P-A 碰撞中的  $K^+/\pi^+$  比的实验测量是需要的, 以及使  $K^+/\pi^+$  比增大的其他可能性和更精细的计算等都在期待中.

## 参 考 文 献

- [1] E802 Collaboration, Y. Miake et al., *Z. Phys.*, **C38**(1988), 135; P. Vincent et al., *Nucl. Phys.*, **A498**(1989), 67.  
 [2] Chao Weiqin et al., *Nucl. Phys.*, **A514**(1990), 734.

- [ 3 ] Ren JiangLong and Chao WeiQin, *Commun. in Theor. Phys.*, **12**(1989), 299.
- [ 4 ] C. M. Ko and L. Xia, *Phys. Rev.*, **C38**(1989), 179.
- [ 5 ] H. Sorge et al., *Nucl. Phys.*, **A498**(1989), 567.
- [ 6 ] P. Koch, *Z. Phys.*, **C38**(1988), 269.
- [ 7 ] L. Xia and C. M. Ko, *Phys. Lett.*, **222B**(1989), 343.
- [ 8 ] C. M. Ko, *Nucl. Phys.*, **A498**(1989), 561.
- [ 9 ] J. Rafelski and B. Müller, *Phys. Rev. Lett.*, **48**(1982), 1066; **56**(1986), 2334.
- [10] T. S. Biro and J. Zimanyi, *Nucl. Phys.*, **A395**(1983), 525.
- [11] P. Koch, Müller and J. Rafelski, *Phys. Reports.*, **C142**(1986), 167.
- [12] J. Cleymans, *Nucl. Phys.*, **A525**(1982), 205.
- [13] G. Hohler et al., *Nucl. Phys.*, **48**(1963), 470.
- [14] H. C. Chiang and J. Hüfner, *Nucl. Phys.*, **A352**(1981), 442.
- [15] E. Oset et al., *Nucl. Phys.*, **A448**(1986), 597.
- [16] A. Capella et al., *Phys. Lett.*, **206B**(1988), 354.
- [17] A. D. Niddens et al., *Nuovo Cimento*, **31**(1962), 961.

## Enhancement of $K^+/\pi^+$ Ratio in High-Energy Proton-Nucleus and Nucleus-Nucleus Collisions Due to the Secondary Collisions

LIU BO

(Institute of High Energy Physics, Academia Sinica, Beijing 100039)

### ABSTRACT

The pion meson secondary collisions with surrounding nucleons in the nucleus can change the  $K^+/\pi^+$  ratio. We calculate this effect in proton-nucleus and nucleus-nucleus collisions by the Glauber model and find that the final state interactions are important.