



中国原子能科学研究院
China Institute of Atomic Energy

通过 $^{11}\text{B} (^7\text{Li}, ^6\text{He}) ^{12}\text{C}$ 转移反应研究
丰中子核 $^6\text{He}+^{12}\text{C}$ 体系的光学模
型势

杨磊 林承键

中国原子能科学研究院

Outline

- 1. 引言**
- 2. 实验设置**
- 3. 实验结果**
- 4. 总结**

1 引言

随着各种放射性束流装置的建成，使奇特核结构与反应的研究成为当前核物理研究的热点之一。

核-核相互作用势是核反应研究中首先要确定的基本物理量。而对于晕（皮）核等弱束缚核体系，由于其结构的特点，其光学势与紧束缚体系有着很大的不同。

1 引言

抽取光学势参量的方法

◆ 直接方法

通过实验测量体系的弹性散射角分布，用光学模型计算拟合实验角分布来抽取体系的光学势参数。

由于受到当前放射性束流装置所能提供的束流的种类、强度和品质的限制，实验很难达到较高的统计精度。

1 引言

抽取光学势参量的方法

◆ 间接方法

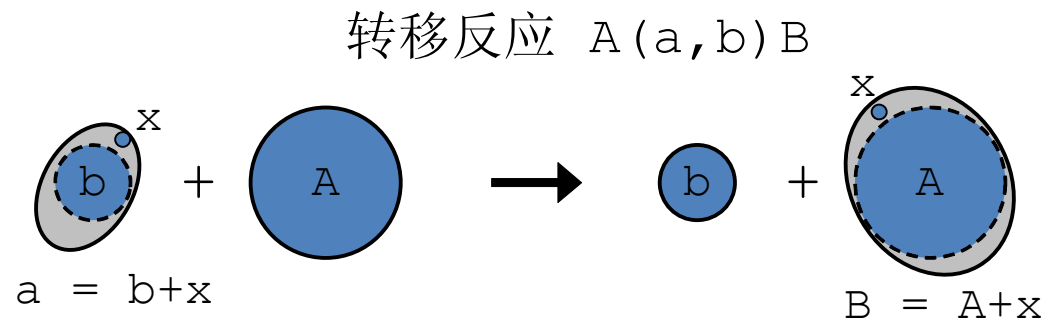
利用稳定核的转移反应作探针，通过拟合转移反应角分布来抽取出射道奇特核体系的光学势参数。

优点

- 可利用现有的高强度高品质的稳定束流；
- 可区分出射道转移产物不同的核态。

1 引言

转移反应抽取出射道光学势的基本原理:



反应跃迁幅度:

$$T = J \int d^3 r_b \int d^3 r_a \chi^{(-)}(\vec{k}_f, \vec{r}_b)^* \langle bB | V | aA \rangle \chi^{(+)}(\vec{k}_i, \vec{r}_a),$$

在DWBA计算中牵涉到 **4** 个状态的光学势, 即

两个散射态光学势: $a + A$ 和 $b + B$

两个束缚态光学势: $b + x$ 和 $A + x$

如果其中 3 个确知, 拟合转移角分布可抽取唯一未知的光学势。

1 引言

研究对象

本工作选择丰中子弱束缚核 ${}^6\text{He}$ 为研究对象，测量 ${}^{11}\text{B}({}^7\text{Li}, {}^6\text{He}){}^{12}\text{C}$ 单质子转移反应的角分布，通过拟合实验数据抽取出射道 ${}^6\text{He}+{}^{12}\text{C}$ 体系的光学势。

${}^6\text{He}$ 是目前研究较多的一个弱束缚核，已存在相对较多的 ${}^6\text{He}$ 弹散数据，可与本工作的结果进行比较。

2 实验设置



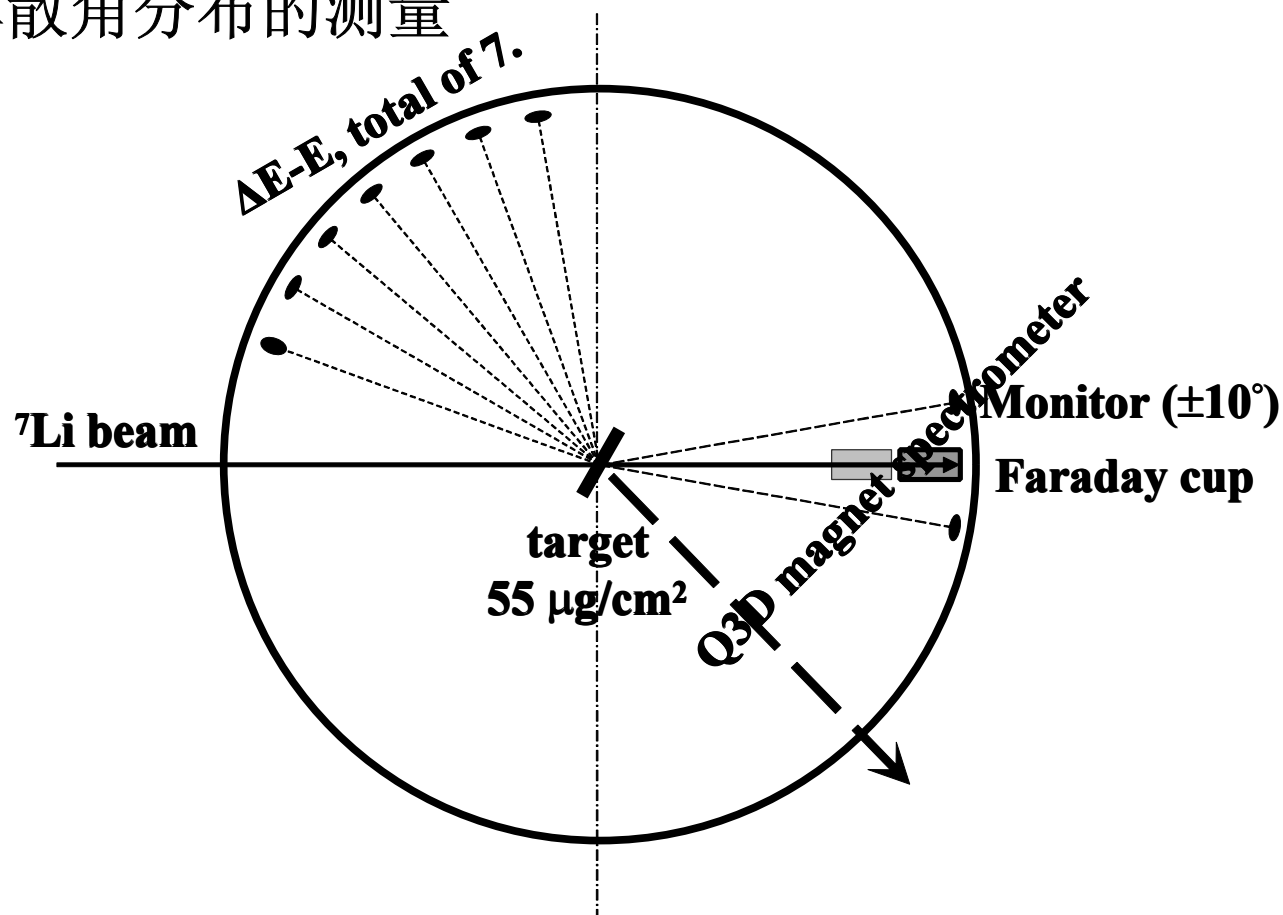
本次实验是在中国原子能科学研究院 HI-13 串列加速器上进行的。

$E_{\text{beam}}(^7\text{Li}) = 9.85, 13.3, 18.3, 23.3$ 和 28.3 MeV 。

我们对入射道的弹散角分布和出射道的转移角分布分别进行了测量。

2 实验设置

入射道弹散角分布的测量



靶室内设置示意图

2 实验设置

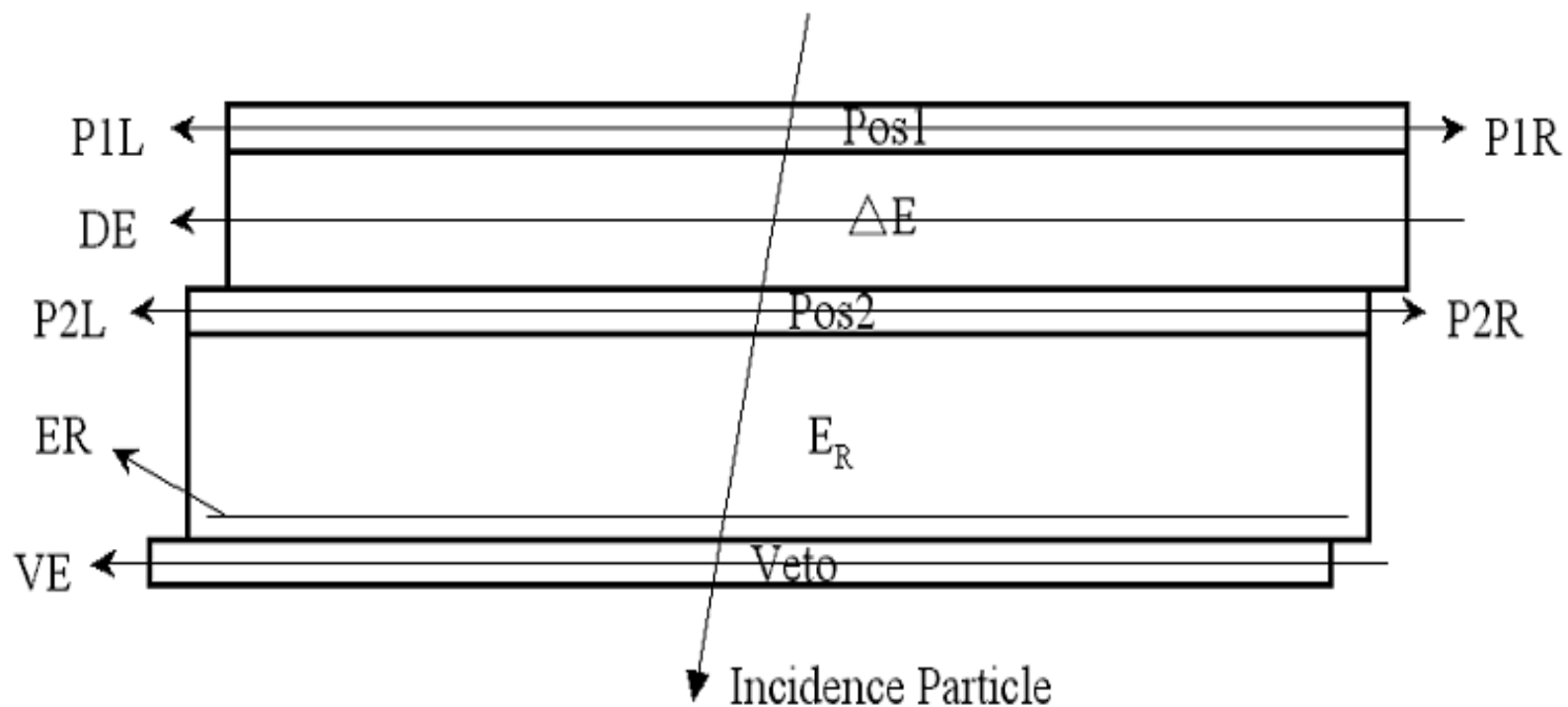
出射道转移角分布的测量

对于转移反应角分布，我们采用 Q3D 磁谱仪进行测量。

- Q3D 磁谱仪非常适合小角度测量；
- 其动量分辨很高，可以很方便的将基态和激发态区分开来，从而得到不同核态下的转移反应角分布。

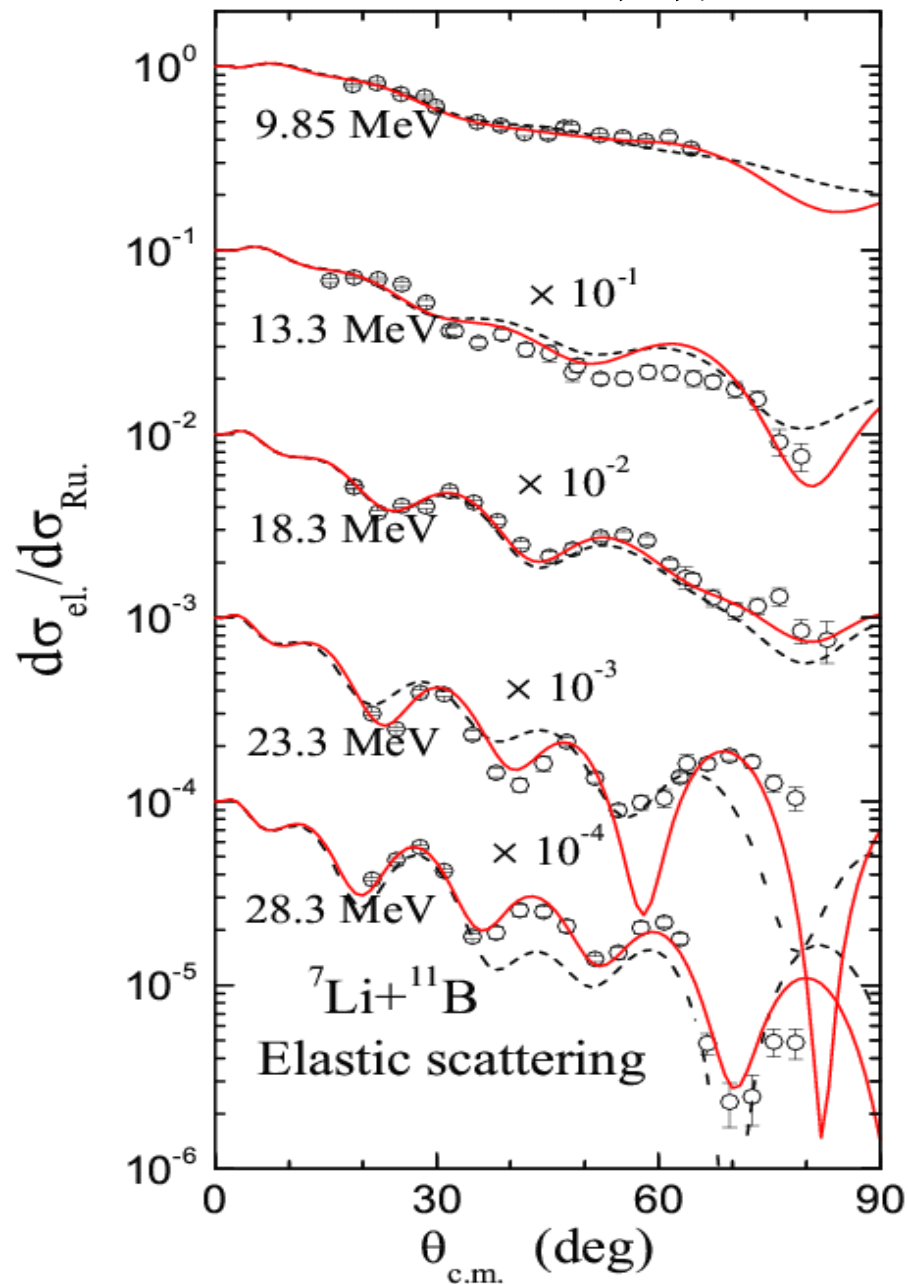
2 实验设置

多层复合位置灵敏气体探测器



Q3D焦面探测器示意图

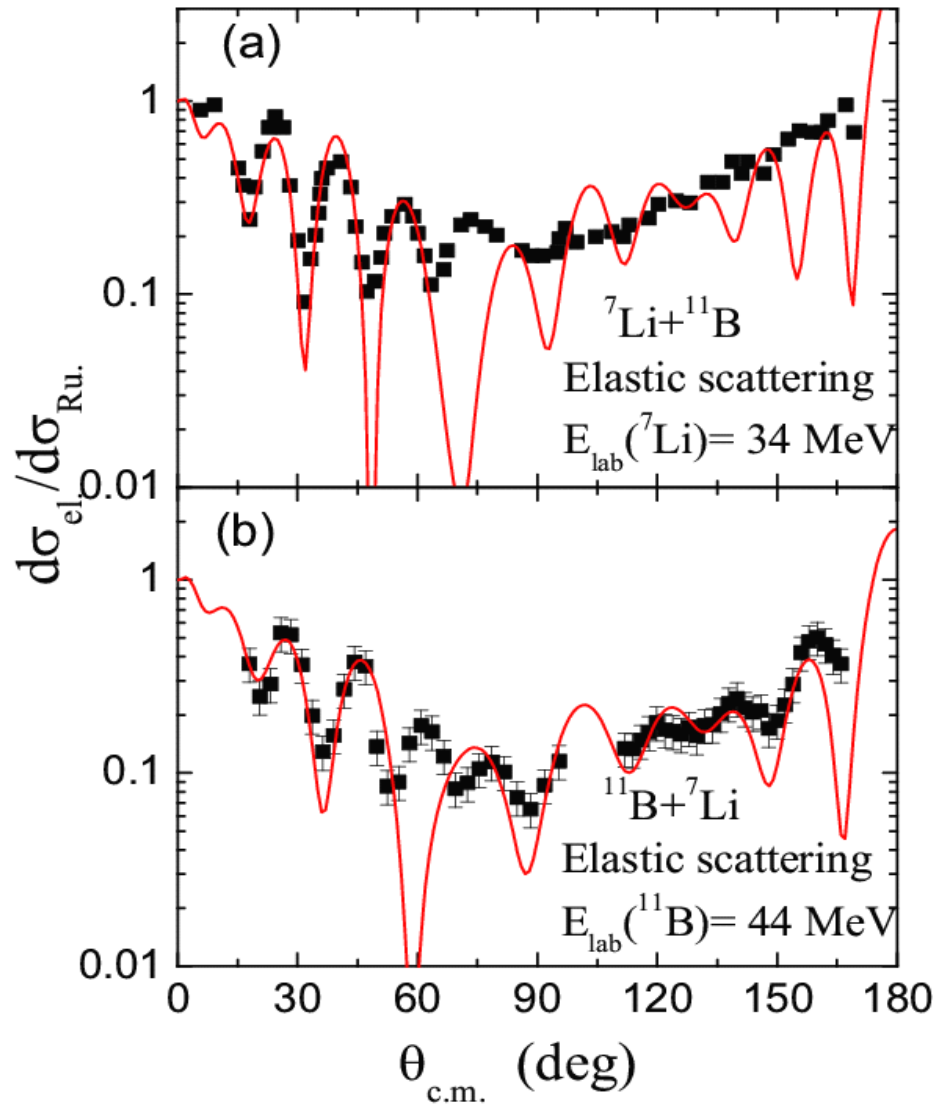
3 ${}^7\text{Li}+{}^{11}\text{B}$ 弹散拟合



$R_v = 0.93 \text{ fm}$ $A_v = 0.51 \text{ fm}$
 $R_w = 1.21 \text{ fm}$ $A_w = 0.90 \text{ fm}$

$E_{\text{beam}} ({}^7\text{Li})$ (MeV)	V (MeV)	W (MeV)	χ^2/pt
13.3	178.28	8.9748	10.59
23.3	127.91	11.915	15.49

3 ${}^7\text{Li}+{}^{11}\text{B}$ 弹散拟合

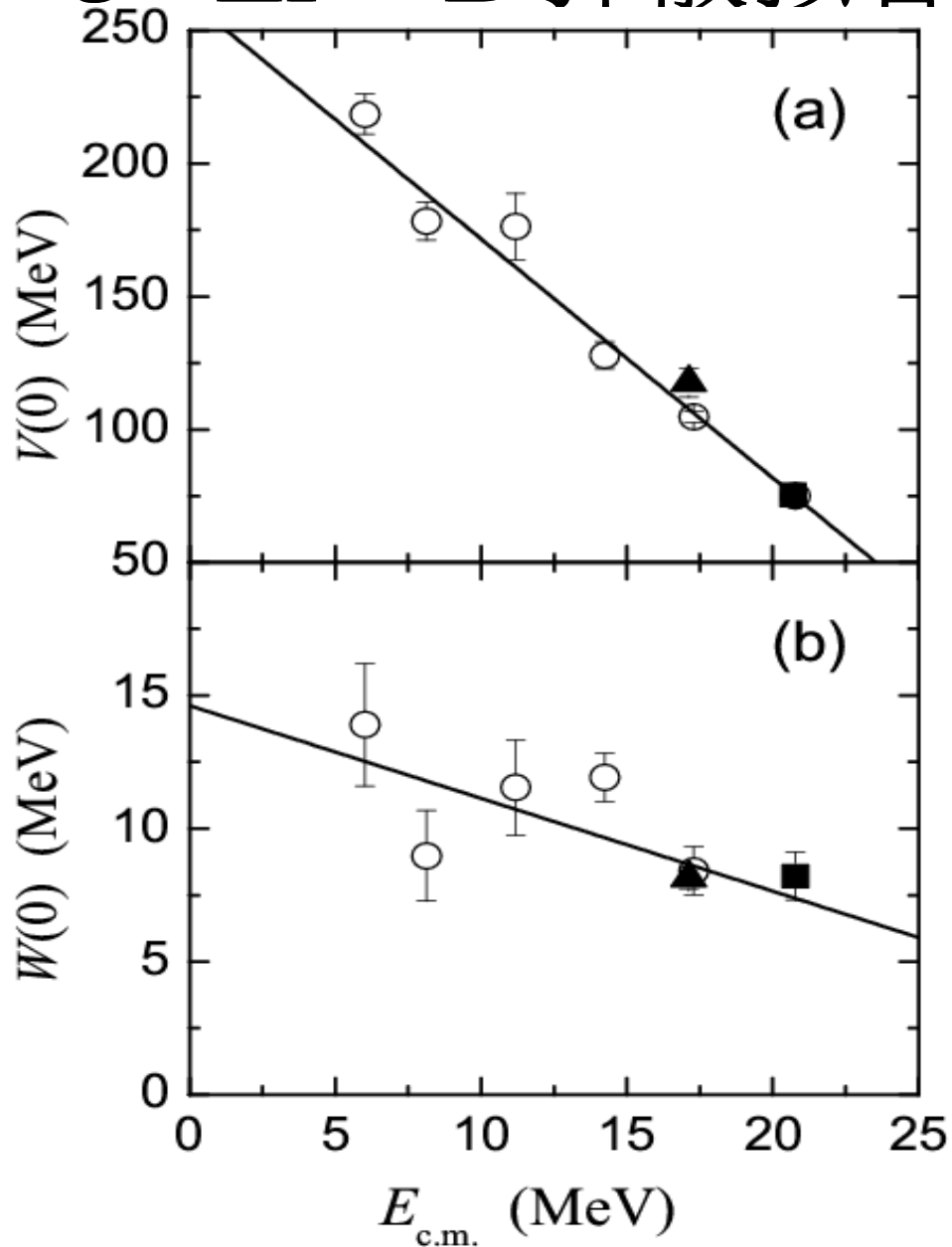


$R_V = 0.93 \text{ fm}$ $A_V = 0.51 \text{ fm}$
 $R_W = 1.21 \text{ fm}$ $A_W = 0.90 \text{ fm}$

E_{beam} (MeV)	V (MeV)	W (MeV)	χ^2/pt
44(b)	117.61	8.15	3.539

- (a) J. Cook et al., NPA **466**, 168 (1987)
 (b) A. A. Rudchik et al., PRC **72**, 034608 (2005)

3 ${}^7\text{Li}+{}^{11}\text{B}$ 弹散拟合

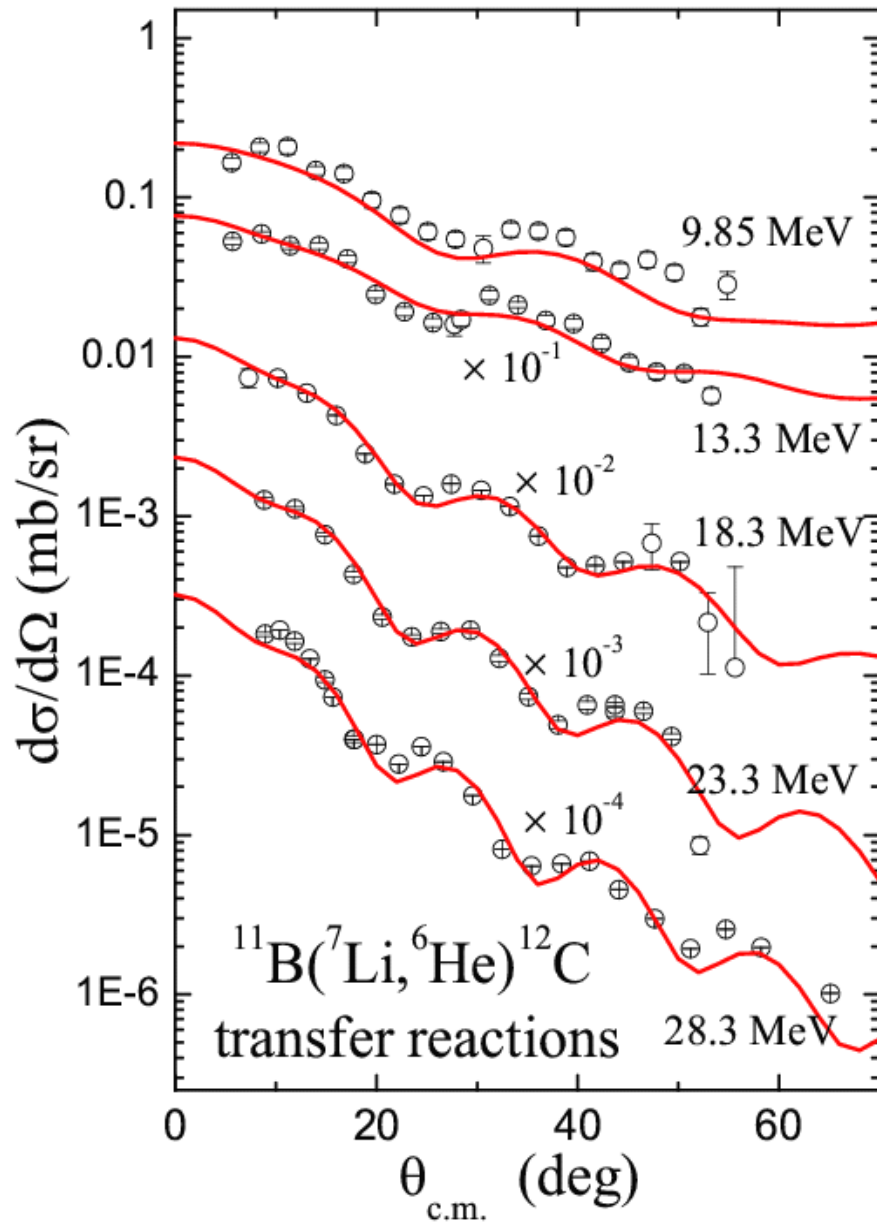


$$V(0) = 261.42 \pm 9.04 - (8.98 \pm 0.46) E_{\text{c.m.}} \text{ MeV}$$

$$W(0) = 14.62 \pm 2.82 - (0.35 \pm 0.17) E_{\text{c.m.}} \text{ MeV}$$

L. Yang, C.J. Lin, H.M. Jia, et al.,
PRC **87**, 047601 (2013)

3 ${}^6\text{He}+{}^{12}\text{C}$ 转移拟合

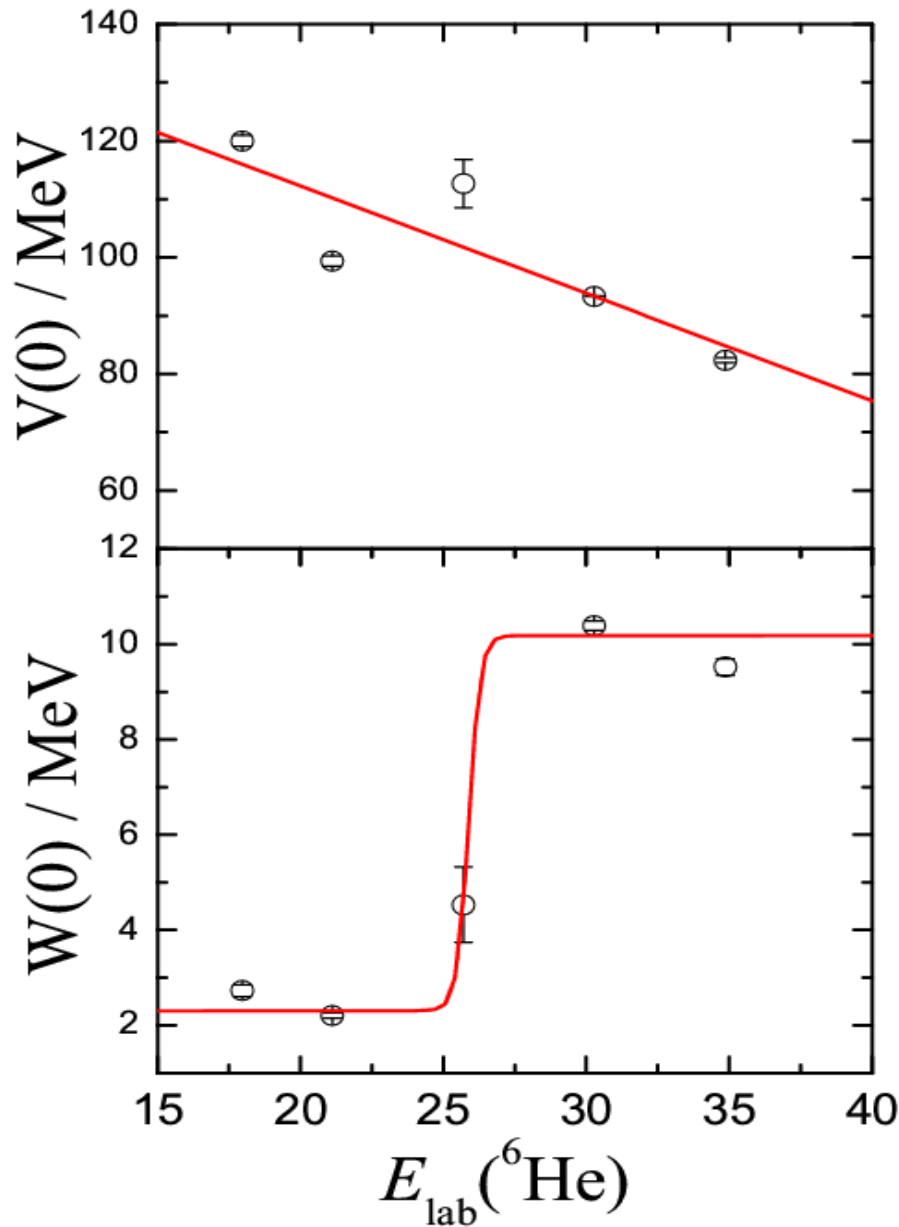


SFRESCO拟合结果

$R_V = 0.97 \text{ fm}$ $A_V = 0.8 \text{ fm}$
 $R_W = 1.39 \text{ fm}$ $A_W = 0.52 \text{ fm}$

$E_{\text{beam}} ({}^7\text{Li})$ (MeV)	V (MeV)	W (MeV)	χ^2/pt
13.3	99.3615	2.2071	5.989
23.3	93.3341	10.3879	15.169

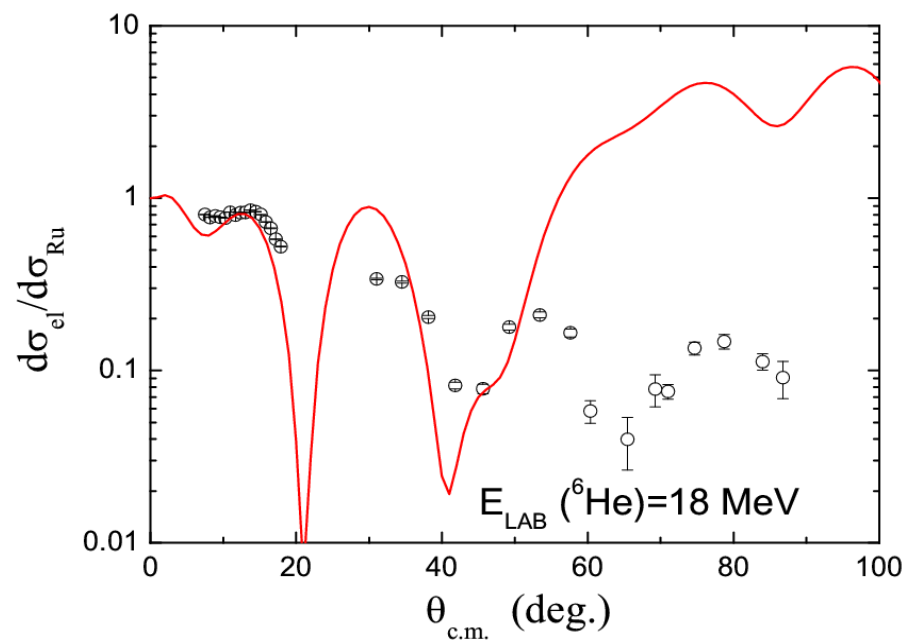
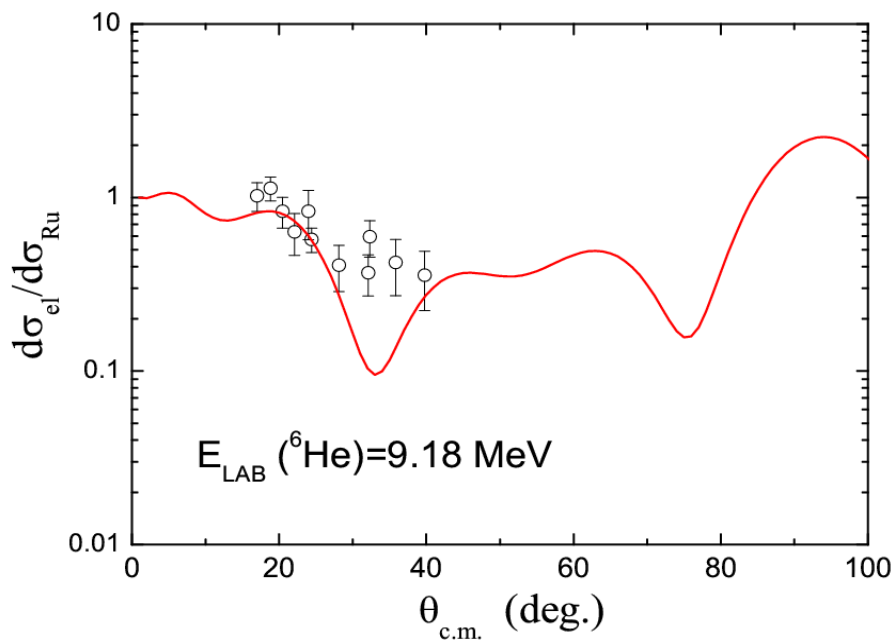
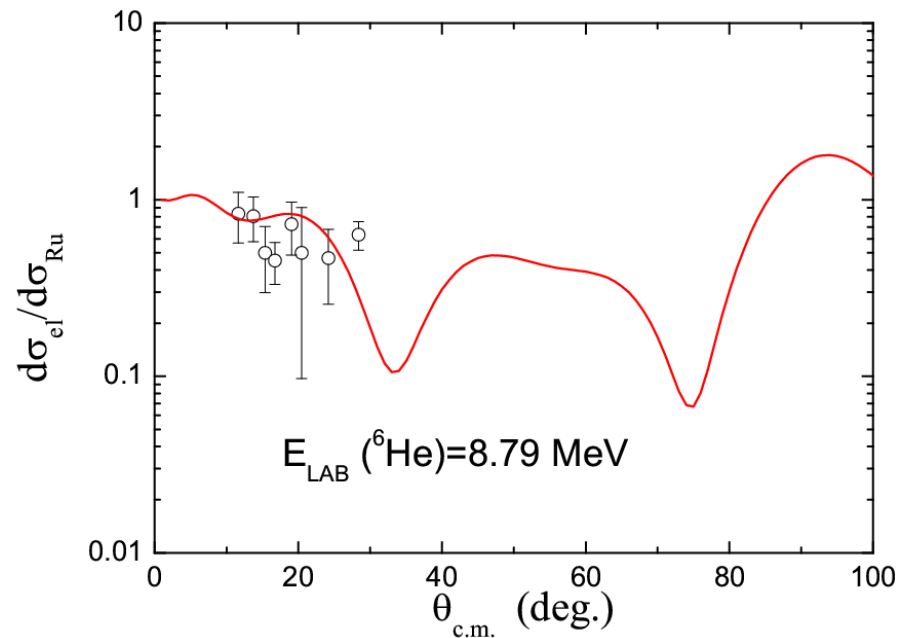
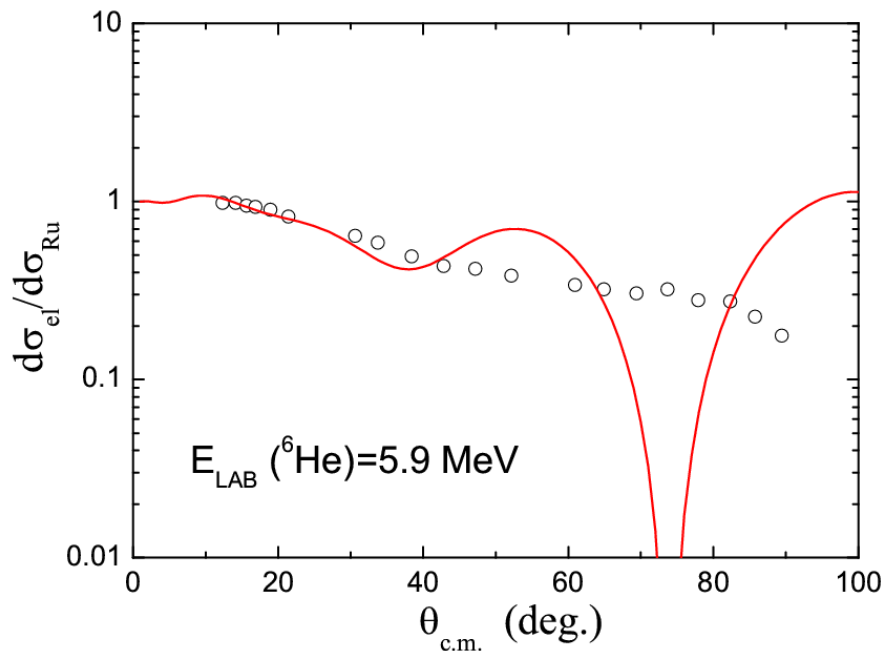
3 ${}^6\text{He}+{}^{12}\text{C}$ 转移拟合



$$V(0) = 149.09 \pm 12.61 - (1.84 \pm 0.461) E_{\text{lab}}({}^6\text{He}) \text{ MeV}$$

$$W(0) = (10.18 \pm 0.34)(7.87 \pm 0.11) / (1 + \exp(4.91 * E_{\text{lab}}({}^6\text{He}) - 127.21)) \text{ MeV}$$

3 ${}^6\text{He}+{}^{12}\text{C}$ 弹散



4 总结

- 抽取了入射道 ${}^7\text{Li}+{}^{11}\text{B}$ 体系的唯像光学势，并讨论了光学势参数的能量相依性；
- 通过拟合 ${}^{11}\text{B}({}^7\text{Li}, {}^6\text{He}){}^{12}\text{C}$ 转移反应角分布，抽取了出射道 ${}^6\text{He}+{}^{12}\text{C}$ 弱束缚体系的光学势，并对该体系的光学势参数的能量相依性进行了讨论；
- 利用抽取的势参数，对文献中 ${}^6\text{He}+{}^{12}\text{C}$ 的弹散数据进行了分析，结果表明前角区域，理论计算结果与实验数据符合较好；背角部分可进一步通过CDCC计算，来检验势参数的合理性。

谢谢！

