ОБЪЕДИНЕННЫЙ
ИНСТИТУТ
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ

Дубна

11-4106

Е.Б.Бальбуцев

ЛАБОРАТОРИЯ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ФИЗИКИ

КОЭФФИЦИЕНТЫ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ БРОДИ-МОШИНСКОГО

1968

11-4106

Е.Б.Бальбуцев

КОЭФФИЦИЕНТЫ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ БРОДИ-МОШИНСКОГО

Во многих задачах ядерной физики приходится вычислять матричные элементы двухчастичного потенциала. Поскольку этот потенциал обычно зависит лишь от относительных координат пары частиц, то естественно перейти от лабораторной системы координат к системе центра масс. Наиболее просто такой переход можно осуществить в модели независимых частиц во внешнем поле гармонического осциллятора. В этом случае волновые функции пары частиц в лабораторной системе координат связаны с такими же волновыми функциями в системе центра масс с помощью унитарного преобразования:

$$|n_1\ell_1, n_2\ell_2, \lambda\mu\rangle = \sum_{n\ell NL} \langle n\ell, NL, \lambda | n_1\ell_1, n_2\ell_2, \lambda\rangle \cdot |n\ell, NL, \lambda\mu\rangle, \quad (I)$$

где $n_1, \ell_1, n_2, \ell_2, n, \ell, N, L$ – квантовые числа пары частиц в поле гармонического осциллятора, связанных в общий момент λ с проекцией μ. Суммирование ограничено условием $2n_1+\ell_1+2n_2+\ell_2 = 2n+\ell+2N+L$, которое следует из закона сохранения энергии. энергии. Явная формула для коэффициентов $\langle n\ell, NL, \lambda | n_1\ell_1, n_2\ell_2\lambda\rangle$ впервые была получена Мошинским (I) в случае $n_1 = n_2 = 0$. Таблицы для них были составлены Броди и Мошинским(2), чьим именем и были названы эти коэффициенты. Наиболее простую формулу, которая используется в данной СП, получил Бринк (3):

$$\langle n\ell, NL, \lambda | n_1\ell_1, n_2\ell_2, \lambda\rangle (\ell_1 m_1 \ell_2 m_2 | \lambda, m_1+m_2) =$$

$$\sum_{m+M=m_1+m_2} (\ell m L M | \lambda, m+M) \cdot \sum_{\mu \rho p_1 p_2} A^{n_1 m_1}_{\ell_1 p_1} \cdot A^{n_2 m_2}_{\ell_2 p_2} \cdot A^{nm}_{\ell\mu} \cdot A^{NM}_{L\rho} \cdot (-1)^{n_1+n_2+n+N} \cdot \quad (2)$$

$$\cdot B_{\nu_1-m_1-2p_1, \nu_2-m_2-2p_2, \nu-m-2\mu, \bar{\nu}-M-2\rho} \cdot B_{m_1+p_1, m_2+p_2, m+\mu, M+\rho} \cdot B_{p_1 p_2 \mu \rho},$$

где

$$A_{\ell p}^{nm} = \left(\frac{(2\ell+1)\cdot 2^{2p-m+\ell}(n+\ell)!\,(\ell-m)!\,(\ell+m)!\,(2n+\ell-m-2p)!\,p!\,n!\,(m+p)!}{(2n+2\ell+1)!} \right)^{1/2} \cdot$$

$$\cdot \sum_{r=\max(0,-m,p-n)}^{\min(p,\frac{\ell-m}{2})} \frac{(-1)^{r+p}}{2^{2r}(n+r-p)!\,(p-r)!\,(\ell-m-2r)!\,(m+r)!\,r!} \; ,$$

$$B_{p_1p_2pP} = \sqrt{\frac{p_1!\,p_2!\,p!\,P!}{2^{p+P}}} \cdot \sum_{r=\max(0,p-p_1)}^{\min(p_1,p_2)} \frac{(-1)^r}{(p_1-p+r)!\,(p_2-r)!\,(p-r)!\,r!} \; ,$$

$$\nu_1 = 2n_1+\ell_1 \, , \quad \nu_2 = 2n_2+\ell_2 \, , \quad \nu = 2n+\ell \, , \quad \bar{\nu} = 2N+L \; .$$

Здесь следует подчеркнуть, что суммирования по P фактически нет, так как должно выполняться условие $p_1 + p_2 = p + P$, следующее из закона сохранения энергии.

Коэффициенты Броди-Мошинского не зависят от m_1, m_2, для которых можно брать любые значения, лишь бы соответствующий коэффициент Клебша-Гордана $(\ell_1 m_1 \ell_2 m_2 | \lambda, m_1+m_2)$ не обратился в нуль. Оказывается удобным взять $m_1 = \ell_1$, $m_2 = \lambda - \ell_1$. При таком выборе для коэффициентов Клебша-Гордана можно использовать упрощенную формулу [4]:

$$(\ell_1 \ell_1 \ell_2\, \lambda-\ell_1 | \lambda\lambda) = \left(\frac{(2\ell_1)!\,(2\lambda+1)!}{(\ell_1+\ell_2+\lambda+1)!\,(\ell_1-\ell_2+\lambda)!} \right)^{1/2}, \qquad (3)$$

$$(\ell m L\, \lambda-m | \lambda\lambda) = (-)^{\ell+m} \left(\frac{(2\lambda+1)!\,(\ell+L-\lambda)!\,(\lambda+L-m)!\,(\ell+m)!}{(\lambda+L-\ell)!\,(\lambda-L+\ell)!\,(\lambda+L+\ell+1)!\,(L-\lambda+m)!\,(\ell-m)!} \right)^{1/2} .$$

Подставляя эти выражения в формулу (2) и приводя ее к виду, наиболее удобному для программирования, получаем окончательно:

$$\langle n\ell, NL, \lambda | n_1\ell_1, n_2\ell_2, \lambda \rangle = \frac{1}{2^{\lambda+n+N}} \left(\frac{(\ell+L-\lambda)!\,(\ell_1+\ell_2+\lambda+1)!\,(\ell_1-\ell_2+\lambda)!\,(\ell_2-\ell_1+\lambda)!}{(\lambda+L-\ell)!\,(\lambda-L+\ell)!\,(\lambda+L+\ell+1)!} \cdot \right.$$

$$\left. \cdot \frac{(\ell_1+\ell_2-\lambda)!\,(n+\ell)!\,(N+L)!\,(n_1+\ell_1)!\,(n_2+\ell_2)!\,n!\,N!\,n_1!\,n_2!\,(2\ell+1)(2L+1)(2\ell_1+1)(2\ell_2+1)\,2^{\ell_1+\ell_2}}{(2n+2\ell+1)!\,(2N+2L+1)!\,(2n_1+2\ell_1+1)!\,(2n_2+2\ell_2+1)!} \right)^{1/2} \cdot$$

$$\cdot \sum_{m=\lambda-L}^{\ell} (-)^{n_1+n_2+n+N+\ell+m} (L+\lambda-m)!\,(\ell+m)! \sum_{p_2} 2^{p_2} \cdot (2n_2+\ell_2-m_2-2p_2)!\,(m_2+p_2)!\,p_2!\,A'^{n_2m_2}_{\ell_2p_2} \cdot$$

$$\cdot \sum_{p_1} 2^{p_1} (2n_1+\ell_1-m_1-2p_1)!\,(m_1+p_1)!\,p_1!\,A'^{n_1m_1}_{\ell_1p_1} \cdot$$

$$\cdot \sum_{p} 2^{p} (2n+\ell-m-2p)!\,(m+p)!\,p!\,A'^{nm}_{\ell p} \cdot B_{\nu_1-m_1-2p_1,\, \nu_2-m_2-2p_2,\, \nu-m-2p} \cdot \qquad (4)$$

$$\cdot B_{m_1+p_1,\, m_2+p_2,\, m+p} \cdot B_{p_1p_2p} \cdot 2^{P} (2N+L-M-2P)!\,(M+P)!\,P!\,A'^{NM}_{LP} \; ,$$

где

$$A'^{nm}_{\ell p} = \sum_r \frac{(-1)^{p-r}}{2^{2r}(n+r-p)!\,(p-r)!\,(\ell-m-2r)!\,(m+r)!\,r!} \; ,$$

$$B_{p_1p_2p} = \sum_r \frac{(-1)^r}{(p_1-p+r)!\,(p_2-r)!\,(p-r)!\,r!} \; .$$

При практических расчетах в ядерной физике в коэффициентах Броди-Мошинского могут встретиться факториалы чисел от нуля до 29. Чтобы избежать большой потери точности и не получать чисел больших 10^{19} при операциях с такими большими величинами, как, например, 20!, сделаем замену:

$$n! = \tilde{n} \cdot d^{n} \; , \qquad (5)$$

где α – константа. После такой замены общий вид формулы (4) остается тем же с той лишь разницей, что все $n!$ заменяются на $\tilde{n}$ и все выражение умножается на α^{-2}. В данной программе взято $\alpha=8$. При таком выборе α. все нужные нам константы $\tilde{n}$ оказываются в пределах от 10^{-3} до 10^4, что вполне приемлемо.

В программе предусмотрена проверка следующих условий, налагаемых на параметры коэффициентов Броди-Мошинского:

$$2n_1+l_1+2n_2+l_2=2n+l+2N+L,$$

$$l_1+l_2-\lambda \geq 0, \qquad l+L-\lambda \geq 0,$$

$$l_1-l_2+\lambda \geq 0, \qquad l-L+\lambda \geq 0,$$

$$-l_1+l_2+\lambda \geq 0, \qquad -l+L+\lambda \geq 0.$$

Целочисленность параметров не проверяется.

Для проверки программы были вычислены все коэффициенты с $2n_1+l_1+2n_2+l_2=12$. Полученные числа совпали с табличными до седьмого знака после запятой. На каждый коэффициент в среднем было затрачено по одной секунде машинного времени на М-20, но следует отметить, что время, нужное для вычисления одного коэффициента, очень сильно зависит от значений параметров.

Обращение к СП

СП оформлена как стандартная программа в системе ИС-2. Для обращения к ней задаются две строки:

x - I	000	I6	x	750I	76I0
x	00I3	00	α	N	y

где

α – адрес аргумента N ; $n, n_1, n_2, L, l, l_1, l_2$ и λ задаются в следующих ячейках в указанном порядке;

y – адрес результата, т.е. $\langle nl, NL, \lambda | n_1 l_1, n_2 l_2, \lambda \rangle$;

N – номер СП.

Характеристика программы

Длина СП (n - I)	0360
Длина счетной части	0272
Количество нестандартных констант	004I
Рабочие ячейки	000I-00I2
и 30 рабочих ячеек в СП	2273-2322
Ячейки, в которые выдается результат	000I, y.

Программа составлена и опробована Е.Б.Бальбуцевич.

ЛИТЕРАТУРА:

I. Moshinsky M., Nucl. Phys., I04, I3 (1959).
2. Brody T., Moshinsky M., Tables of Transformation Bracets, Mexico, I960.
3. Brink D., Gunn J., Nordita ALGOL Procedure Library, Moshinsky Transformation Bracets A.P.L. 9, 1965.
4. Эдмондс А., Угловые моменты в квантовой механике. (Книга "Деформации атомных ядер", ИЛ, 1958, стр.3I4, ф-ла 2.25.

Рукопись поступила в издательский отдел
I6 октября I968 года.

2000		I6	2002	7573	760I	БЗА
I	5	00	7776	0000	0000	*const*
2		I3	200I	7604	2004	
3		52	0000	0002	76I6	$0 \to \sum_{m}$
4	7	00	0000	0000	0000	
5	I	I2	00I2	2004	000I	PA = I3
6		0I	00I0	00II	7544	$\ell_1+\ell_2$
7		02	7544	00I2	23I0	$\ell_1+\ell_2-\lambda$
20I0		02	00II	00I0	2004	$\ell_2-\ell_1$
I		0I	00I2	2004	2307	$\lambda+\ell_2-\ell_1$
2		02	00I2	2004	2306	$\lambda+\ell_1-\ell_2$
3		0I	0006	0007	7625	$\ell+L$
20I4		02	7625	00I2	2305	$\ell+L-\lambda$
5		02	0006	0007	2004	$L-\ell$
6		0I	00I2	2004	23II	$\lambda+L-\ell$
7		02	00I2	2004	23I2	$\lambda+\ell-L$
2020	4	0I	2277	7757	0000	
I		36	0000	227I	760I	БЗР, $0 \to \sum_{p_2}$
2	I	32	0007	2020	7777	PA = 5
3		I6	2024	2202	2206	$2^{\ell_1+\ell_2} \to 2004$
4	7	0I	0000	0004	2277	$N+L,\ n+\ell,\ n_1+\ell_1,\ n_2+\ell_2$
5	7	0I	0000	2277	23I5	$2N+L,\ 2n+\ell,\ 2n_1+\ell_1,\ 2n_2+\ell_2$
6	2	26	776I	2277	7554	
7	I	0I	7554	776I	23II	$2N+2L+1,\ 2n+2\ell+1,\ 2n_1+2\ell_1+1,\ 2n_2+2\ell_2+1$

2030	2	26	776I	0004	7554	
I		0I	7554	776I	7554	
2		05	2004	7554	2004	$(2L+1)(2\ell+1)(2\ell_1+1)(2\ell_2+1)\cdot 2^{\ell_1+\ell_2}$
3	5	00	0000	0000	2272	$N,\ n,\ n_1,\ n_2$
4	I	32	0003	2024	7777	PA = I
5		0I	2320	23I7	7554	
6		0I	2322	232I	000I	
7		02	7554	000I	232I	$P_{1\,\text{нач}} = 0$
2040		03	7757	232I	2273	$\varkappa\ 0 \to 2273$
I		36	0000	227I	7604	БЗР, $0 \to \sum_{p_1}$
2		0I	776I	00I2	7554	$\lambda + 1$
3		0I	7554	7544	2300	$\ell_1+\ell_2+\lambda+1$
2044		0I	7554	7625	23I7	$\ell+L+\lambda+1$
5		I6	2046	2207	22I4	
6		00	2004	0000	2322	
7	I	00	23II	0000	2272	
2050		00	776I	0000	2004	
I		I6	2052	2207	22I4	
2		04	2322	2004	2004	
3	5	00	2273	0000	2272	
4		I6	2055	2207	22I4	
5		I3	2047	7724	2047	
6	I	I2	00I5	2045	0002	PA = I7
7		44	2004	0000	7554	$\sqrt{\ }$

2060		0I	0002	0003	2303	$n+N$
I		0I	2303	00I2	7544	$\lambda+n+N$
2		I6	2065	2202	2206	$2^{\lambda+n+N} \longrightarrow 2004$
3	I	00	23II	0000	2272	const
4		05	2323	2004	2004	const
5		04	7554	2004	000I	
6		46	0I06	000I	7554	$d^{-2}\sqrt{\ }$
7		0I	2303	0004	000I	
2070		0I	000I	0005	2303	$n+N+n_1+n_2$
I		02	00I2	00I0	2307	$m_2=\lambda-\ell_1$
2		76	0000	2074	2322	$P_{2\,нач}$
3		02	0000	2307	2322	

2074		00	00I0	0000	2306	$m_1=\ell_1$
5		02	00I2	0006	2305	$m_{нач}=\lambda-L$ ← p_2+1 — ← p_1+1 —
6		76	0000	2I00	2320	$\mu_{нач}$ ← m+ I — ω —
7		02	0000	2305	2320	
2I00		02	0007	2305	000I	$\ell-m$
I		0I	7757	000I	0000	
2		36	0000	2252	23I5	$0\to\Sigma(\mu)$
3		02	00I2	2305	2304	$M=\lambda-m$
4		0I	2322	232I	000I	P_I+P_2 ← p+I —
5		02	000I	2320	23I7	$P=p_I+p_2-\mu$
6		52	0000	0007	23I0	$PA=7$ $0\to\Sigma(z)A,B$
7	6	02	7776	23I3	000I	n_i-p_i

	2II0		26	776I	000I	23I6	$2(n_i-p_i)$
	I	6	02	0002	2300	000I	ℓ_i-m_i
	2	I	0I	23I6	000I	2305	$2n_i+\ell_i-m_i-2p_i$
	3	4	0I	2305	7767	0000	
	4	2	36	0000	2262	2232	– на μ+I, m+I, p_1+I, p_2+I →
	5	I	32	0005	2I07	7777	PA = 3
	6		0I	2304	23I7	23I6	M + P
	7	4	0I	23I3	7757	0000	
	2I20		36	776I	2236	7625	– на μ + I →
	I	I	I2	0004	2II7	000I	PA = 5
	2		02	23I3	23I2	23I3	$(2n_1+\dots)-(2n+\dots)$
	3		76	0000	2I25	2274	$z_{нач}$
	2I24		02	0000	23I3	2274	
	5	5	02	2307	2274	2270	$(2n_2+..)-z\to 2275$ $(2n+..)-z\to 2273$ ← $z+1$ —
	6	4	0I	2270	7757	0000	
	7		36	0000	2I46	2I37	$0\to(-)^n$
	2I30	I	32	0004	2I25	7776	PA = I
	I		0I	23I3	2274	2276	$(2n_1+\dots)-(2n+\dots)+z$
	2		0I	2274	7757	2004	
	3		6I	2004	7752	2004	
$(-)^n$	4		55	2004	772I	22I4	$0\to n!$
	5		36	776I	2I37	2004	$(-)^2$
	6		02	0000	776I	2004	
	7	7	00	0000	0000	0000	возвраты.

2I40		I6	2I4I	2207	22I4	$(-)^2\cdot z!\cdots$
I	I	I2	0004	2207	000I	PA=5
2		04	776I	2004	000I	
3		0I	23I0	000I	23I0	$\sum(z)$B
4		0I	2274	776I	2274	z +I
5		56		2I25		
6		05	7625	23I0	7625	
7		52	0000	00I0	23I0	$0 \to \Sigma(z)$
2I50	7	00	0000	0000	0000	возвраты
I	7	0I	2277	23I2	2304	$m+p$ 23I2 m_1+p_1 23I3 m_2+p_2 23I4
2	I	32	0007	2I5I	7777	PA=5
3		I6	2I54	2I22	2I50	PA=I0
2I54	5	00	23I2	0000	2304	n 23I2 p_1 23I3 p_2 23I4
5	I	32	0007	2I54	7777	
6		I6	2I57	2I22	2I50	B(1) B(2) B(3) → 7625
'A=I0,II,I2,I3 7	4	00	2307	0000	2273	PA=I0 P
2I60	6	02	7776	2274	230I	L – M
I	6	02	7772	2307	23I6	N – P
2		76	0000	2I64	2300	z нач
3		02	0000	23I6	2300	
4	2	0I	2300	2274	0000	
5	4	76	2274	2I67	2302	M
6		02	0000	2302	2300	z нач
7		02	2273	2300	2274	(P – z) ← z + I —

	2I70		I6	2I7I	2I32	2I37	$(-)^{p-z}$
	I		0I	2274	7757	0000	
	2		36	2004	2222	2I37	$(-)^{p-z}$
	3		26	776I	2300	7544	$2z$
	4		02	230I	7544	2275	$(L-M-2z)$
	5		0I	2275	7757	0000	
	6		36	0000	2222	2206	$0 \to 2^n$
	7		0I	2302	2300	2276	(M + z)
	2200		0I	23I6	2300	2277	$(N+z-P)$
	I		52	0000	0006	0000	
	2		0I	7544	7757	000I	
2^n	3		6I	000I	7752	000I	
	2204		74	7752	000I	000I	
	5		53	776I	000I	2004	2^{2z}
	6	7	00	0000	0000	0000	возвраты
	7	4	0I	2272	7757	000I	
	22I0		6I	000I	7750	000I	
	I		55	000I	7734	000I	
$n!$	2		I3	2064	000I	22I3	
	3	7	00	0000	0000	0000	
	4	7	00	0000	0000	0000	возвраты
	5	I	32	0003	2207	7777	PA = I
	6		04	2I37	2004	000I	
	7		0I	23I0	000I	23I0	$\Sigma(z)$ = A(P)

2220		0I	2300	776I	2300	r + I
I		56		2I67		
2		00	2273	0000	7544	P
3		0I	7544	2302	2274	M + P
4		26	776I	23I6	000I	$2(N - P)$
5		0I	000I	230I	2275	$2N + L - M - 2P$
6		I6	2227	2202	22I4	$2^{p}\cdot p!\ldots$
7	I	I2	0003	2207	000I	PA = 4
2230		05	23I0	2004	23I0	$2^{p}\cdot p!\cdots A(p)$
I		05	7625	23I0	7625	
2	7	00	0000	0000	0000	возвраты
3		52	0000	00II	23I0	

2234		I6	2235	2I57	2232	$2^{p}\cdot p!\cdots A(p)\to$ 23I0
5		0I	23I5	7625	23I5	$\Sigma(p)$
6		0I	2320	776I	2320	p + I
7		56	0000	2I04	2I50	
2240		0I	0007	2305	2277	PA=5, $\ell+m$, $\Sigma(p)$ готова
I		0I	2303	2277	2274	
2		I6	2243	2I32	2I37	$(-)^{N+n+n_1+n_2+\ell+m}\to 2004$
3		0I	0006	2304	2276	L + M
4		I6	2245	2207	22I4	$(-)^{N+\cdots+m}(L+M)!(\ell+m)!\to 2004$
5	I	32	0005	2207	7777	PA=3
6		05	2004	23I5	000I	
7		0I	76I6	000I	76I6	$\Sigma(m)$

2250		0I	2305	776I	2305	m + I
I		56	2063	2076	2047	$0\to 2^{n}$ (дубль)
2		52	0000	00I2	23I0	$\Sigma(m)$ готова
3		I6	2254	2I57	2232	$2^{p_1}\cdot p_1!\cdots A(p_1)$
4		05	23I0	76I6	000I	
5		0I	7604	000I	7604	$\Sigma(p_1)$
6		0I	232I	776I	232I	P_I + I
7		56	0000	2075	76I6	$0\to\Sigma(m)$
2260		52	0000	00I3	23I0	$\Sigma(p_1)$ готова
I		I6	2262	2I57	2232	$2^{p_2}\cdot p_2!\cdots A(p_2)$
2		05	23I0	7604	000I	
3		0I	760I	000I	760I	$\Sigma(P_2)$

2264		0I	2322	776I	2322	P_2 + I
5		56	0000	2075	7604	$0\to\Sigma(P_I)$
6		56	0000	2236	0000	P не подходит
7		56	0000	2240	0000	$\Sigma(p)$ готова
2270		56	0000	2260	232I	$\Sigma(P_I)$ готова
I		05	7554	760I	000I	$\Sigma(P_2)$ готова
2		I6	7606	7600	760I	— БЗР →
3	7	00	0000	0000	0000	
4	7	00	0000	0000	0000	
5	7	00	0000	0000	0000	
6	7	00	0000	0000	0000	
7	7	00	0000	0000	0000	

2300	7	00	0000	0000	0000
I	7	00	0000	0000	0000
2	7	00	0000	0000	0000
3	7	00	0000	0000	0000
4	7	00	0000	0000	0000
5	7	00	0000	0000	0000
6	7	00	0000	0000	0000
7	7	00	0000	0000	0000
23I0	7	00	0000	0000	0000
I	7	00	0000	0000	0000
2	7	00	0000	0000	0000
3	7	00	0000	0000	0000

23I4	7	00	0000	0000	0000
5	7	00	0000	0000	0000
6	7	00	0000	0000	0000
7	7	00	0000	0000	0000
2320	7	00	0000	0000	0000
I	7	00	0000	0000	0000
2	0	00	0000	0036	0000
3	I	0I	4000	0000	0000
4		76	4000	0000	0000
5		74	4000	0000	0000
6		72	6000	0000	0000
7		7I	6000	0000	0000

2330		70	7400	0000	0000
I		70	5500	0000	0000
2		70	4730	0000	0000
3		70	4730	0000	0000
4		70	5423	0000	0000
5		70	6727	6000	0000
6		7I	4604	2500	0000
7		7I	7I06	3740	0000
2340		72	563I	2I46	0000
I		73	5046	073I	2000
2		74	4603	5673	5300
3		75	4603	5673	5300

const $\tilde{n}$

2344		76	5033	7567	3I54	
5		77	5537	3546	2472	
6	I	00	660I	27II	4065	
7	I	02	4I60	6635	744I	
2350	I	03	5424	0737	2333	
I	I	04	7473	5223	0255	
2	I	06	5362	703I	5374	
3	I	I0	4066	I223	2075	
4	I	II	6324	5006	0637	
5	I	I3	5I54	6044	752I	
6	I	I5	43I3	6077	I354	
7	I	I6	7544	4556	4435	
2360	I	20	6763	I2I4	I502	
	2	60	4020	0267	3755	K Σ