

稀土元素の超微細構造成分の強度の表

村川 梨・諏訪 繁樹

(1953 年 8 月 11 日 受理)

Table of Hyperfine Structure Component Intensities for Rare-earth Elements

Kiyoshi MURAKAWA and Shigeki SUWA

(Received August 11, 1953)

ABSTRACT: In treating the intensities of hyperfine structure components of the rare-earth spectra, the existing tables of intensities are sometimes useless owing to the large J -values involved in the rare-earth spectra. In the present work the table is extended so as to include the intensities of hyperfine structure components belonging to transitions whose J -values involved are equal to or less than $21/2$. The table is furnished for the nuclear spin values $1/2$, $3/2$, $5/2$ and $7/2$. As an example the hyperfine structure of Pr II λ 4207 is compared with the calculation given in the table.

§ 1. 超微細構造成分の強度の表

最近、稀土元素の超微細構造（以下 hfs と略して書く）を取り扱かわねばならない場合が屢々起つて来たが、その hfs の成分の強度を知りたいときに今迄に発表された hfs の強度の表が（ J の値が十分に大きい所まで計算してないために）不十分の場合に相遇した。

このような表は White 及び Eliason の論文¹⁾に発表されていてスピンの $I=7/2$ 以下の場合に対して $J=13/2$ 以下のものが計算されている。又、 $I=9/2$ に対しては Paschen²⁾ が $J=5$ 以下のものについて計算している。これらの計算の結果は全部著者の hfs に関する総合報告³⁾に再収録されている。然し稀土元素のスペクトルには multiplicity が大きい I, K, L, \dots のようなタームがあらわれて来るので、従つて J の値も大きくなることもある。それ故にもつと J の大きい値に対する hfs の成分の強度の表が必要になつて来た。そのために著者は、取り敢えず、よく知られている Hill の公式

$$\begin{aligned} & J \rightarrow J+1 \\ \text{Int}(F, F+1) &= \frac{P(F+1) \cdot P(F+2)}{F+1} \\ \text{Int}(F, F) &= \frac{P(F+1) \cdot Q(F-1)}{F(F+1)} (2F+1) \\ \text{Int}(F, F-1) &= \frac{Q(F-1) \cdot Q(F-2)}{F} \\ & J \rightarrow J \\ \text{Int}(F, F+1) &= \frac{P(F+1) \cdot Q(F)}{F+1} \\ \text{Int}(F, F) &= \frac{\{R(F)\}^2}{F(F+1)} (2F+1) \\ \text{Int}(F, F-1) &= \frac{P(F) \cdot Q(F-1)}{F} \end{aligned}$$

where

$$\begin{aligned} P(F) &= (F+J)(F+J+1) - I(I+1) \\ Q(F) &= I(I+1) - (F-J)(F-J+1) \\ R(F) &= F(F+1) + J(J+1) - I(I+1) \end{aligned}$$

によつて $J=21/2$ まで計算を拡張したので、その結果をここに発表することにした。Table 1 がそれらの計算の結果である。 $I=9/2$ なる可能性は今迄に発表された稀土元素のスピンの一つも

7
 19/2 17/2 15/2 13/2 11/2 9/2
 17/2 10.0 .38 .006
 15/2 8.62 .60 .013
 13/2 7.40 .66 .015
 11/2 6.32 .59 .01
 9/2 5.39 .37
 7/2 4.615
 8
 21/2 19/2 17/2 15/2 13/2 11/2
 10.0 .30 .004
 8.79 .47 .008
 7.71 .53 .009
 6.74 .47 .006
 5.88 .30
 5.15
 9
 23/2 21/2 19/2 17/2 15/2 13/2
 10.0 .24 .003
 8.92 .38 .006
 7.85 .43 .006
 7.07 .38 .004
 6.28 .24
 5.59
 10
 25/2 23/2 21/2 19/2 17/2 15/2
 10.0 .20 .002
 9.03 .32 .003
 8.14 .36 .004
 7.33 .32 .002
 6.60 .20
 5.95
 11
 27/2 25/2 23/2 21/2 19/2 17/2 15/2
 10.0 .19
 .19 8.92 .29
 .29 7.94 .33
 .33 7.21 .29
 .29 6.57 .18
 .18 6.08
 12
 29/2 27/2 25/2 23/2 21/2 19/2 17/2 15/2
 10.0 .18 .002
 9.08 .29 .003
 8.23 .33 .003
 7.45 .29 .002
 6.74 .18
 6.11
 13
 31/2 29/2 27/2 25/2 23/2 21/2 19/2 17/2 15/2
 10.0 .17
 .17 8.98 .27
 .27 8.09 .30
 .30 7.34 .27
 .27 6.72 .17
 .17 6.23
 14
 33/2 31/2 29/2 27/2 25/2 23/2 21/2 19/2 17/2 15/2
 10.0 .16
 .16 8.96 .26
 .26 8.06 .29
 .29 7.31 .26
 .26 6.70 .16
 .16 6.21
 15
 35/2 33/2 31/2 29/2 27/2 25/2 23/2 21/2 19/2 17/2 15/2
 10.0 .15
 .15 8.94 .25
 .25 8.04 .28
 .28 7.29 .25
 .25 6.68 .15
 .15 6.19
 16
 37/2 35/2 33/2 31/2 29/2 27/2 25/2 23/2 21/2 19/2 17/2 15/2
 10.0 .14
 .14 8.92 .24
 .24 8.02 .27
 .27 7.27 .24
 .24 6.66 .14
 .14 6.17
 17
 39/2 37/2 35/2 33/2 31/2 29/2 27/2 25/2 23/2 21/2 19/2 17/2 15/2
 10.0 .13
 .13 8.90 .23
 .23 8.00 .26
 .26 7.25 .23
 .23 6.64 .13
 .13 6.15
 18
 41/2 39/2 37/2 35/2 33/2 31/2 29/2 27/2 25/2 23/2 21/2 19/2 17/2 15/2
 10.0 .12
 .12 8.88 .22
 .22 7.98 .25
 .25 7.23 .22
 .22 6.62 .12
 .12 6.13
 19
 43/2 41/2 39/2 37/2 35/2 33/2 31/2 29/2 27/2 25/2 23/2 21/2 19/2 17/2 15/2
 10.0 .11
 .11 8.86 .21
 .21 7.96 .24
 .24 7.21 .21
 .21 6.60 .11
 .11 6.11
 20
 45/2 43/2 41/2 39/2 37/2 35/2 33/2 31/2 29/2 27/2 25/2 23/2 21/2 19/2 17/2 15/2
 10.0 .10
 .10 8.84 .20
 .20 7.94 .23
 .23 7.19 .20
 .20 6.58 .10
 .10 6.09
 21
 47/2 45/2 43/2 41/2 39/2 37/2 35/2 33/2 31/2 29/2 27/2 25/2 23/2 21/2 19/2 17/2 15/2
 10.0 .09
 .09 8.82 .19
 .19 7.92 .22
 .22 7.17 .19
 .19 6.56 .09
 .09 6.07
 22
 49/2 47/2 45/2 43/2 41/2 39/2 37/2 35/2 33/2 31/2 29/2 27/2 25/2 23/2 21/2 19/2 17/2 15/2
 10.0 .08
 .08 8.80 .18
 .18 7.90 .21
 .21 7.15 .18
 .18 6.54 .08
 .08 6.05
 23
 51/2 49/2 47/2 45/2 43/2 41/2 39/2 37/2 35/2 33/2 31/2 29/2 27/2 25/2 23/2 21/2 19/2 17/2 15/2
 10.0 .07
 .07 8.78 .17
 .17 7.88 .20
 .20 7.13 .17
 .17 6.52 .07
 .07 6.03
 24
 53/2 51/2 49/2 47/2 45/2 43/2 41/2 39/2 37/2 35/2 33/2 31/2 29/2 27/2 25/2 23/2 21/2 19/2 17/2 15/2
 10.0 .06
 .06 8.76 .16
 .16 7.86 .19
 .19 7.11 .16
 .16 6.50 .06
 .06 6.01
 25
 55/2 53/2 51/2 49/2 47/2 45/2 43/2 41/2 39/2 37/2 35/2 33/2 31/2 29/2 27/2 25/2 23/2 21/2 19/2 17/2 15/2
 10.0 .05
 .05 8.74 .15
 .15 7.84 .18
 .18 7.09 .15
 .15 6.48 .05
 .05 6.00
 26
 57/2 55/2 53/2 51/2 49/2 47/2 45/2 43/2 41/2 39/2 37/2 35/2 33/2 31/2 29/2 27/2 25/2 23/2 21/2 19/2 17/2 15/2
 10.0 .04
 .04 8.72 .14
 .14 7.82 .17
 .17 7.07 .14
 .14 6.46 .04
 .04 5.99
 27
 59/2 57/2 55/2 53/2 51/2 49/2 47/2 45/2 43/2 41/2 39/2 37/2 35/2 33/2 31/2 29/2 27/2 25/2 23/2 21/2 19/2 17/2 15/2
 10.0 .03
 .03 8.70 .13
 .13 7.80 .16
 .16 7.05 .13
 .13 6.44 .03
 .03 5.97
 28
 61/2 59/2 57/2 55/2 53/2 51/2 49/2 47/2 45/2 43/2 41/2 39/2 37/2 35/2 33/2 31/2 29/2 27/2 25/2 23/2 21/2 19/2 17/2 15/2
 10.0 .02
 .02 8.68 .12
 .12 7.78 .15
 .15 7.03 .12
 .12 6.42 .02
 .02 5.95
 29
 63/2 61/2 59/2 57/2 55/2 53/2 51/2 49/2 47/2 45/2 43/2 41/2 39/2 37/2 35/2 33/2 31/2 29/2 27/2 25/2 23/2 21/2 19/2 17/2 15/2
 10.0 .01
 .01 8.66 .11
 .11 7.76 .14
 .14 7.01 .11
 .11 6.40 .01
 .01 5.93
 30
 65/2 63/2 61/2 59/2 57/2 55/2 53/2 51/2 49/2 47/2 45/2 43/2 41/2 39/2 37/2 35/2 33/2 31/2 29/2 27/2 25/2 23/2 21/2 19/2 17/2 15/2
 10.0 .00
 .00 8.64 .10
 .10 7.74 .13
 .13 6.99 .10
 .10 6.38 .00
 .00 5.91
 31
 67/2

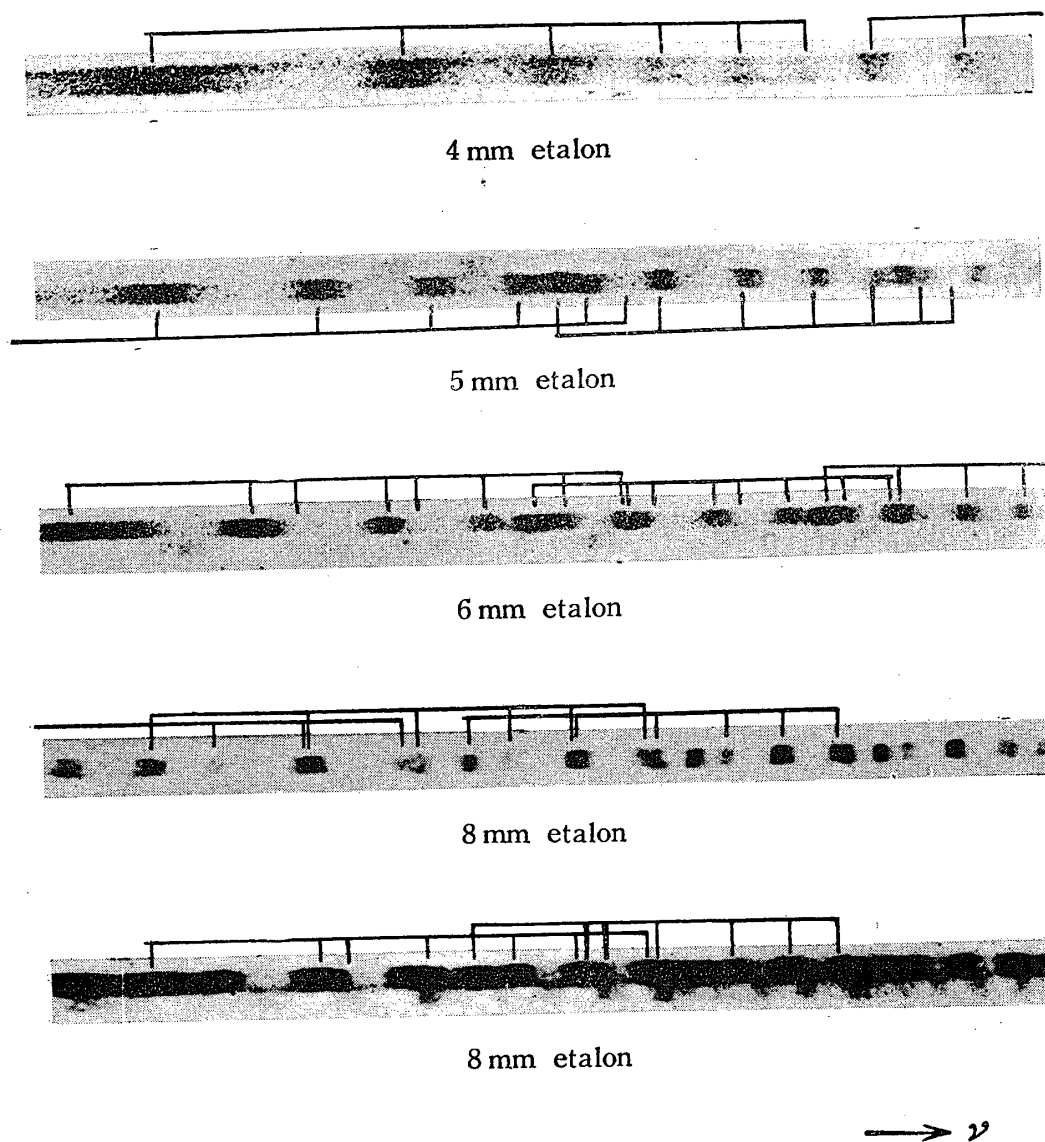
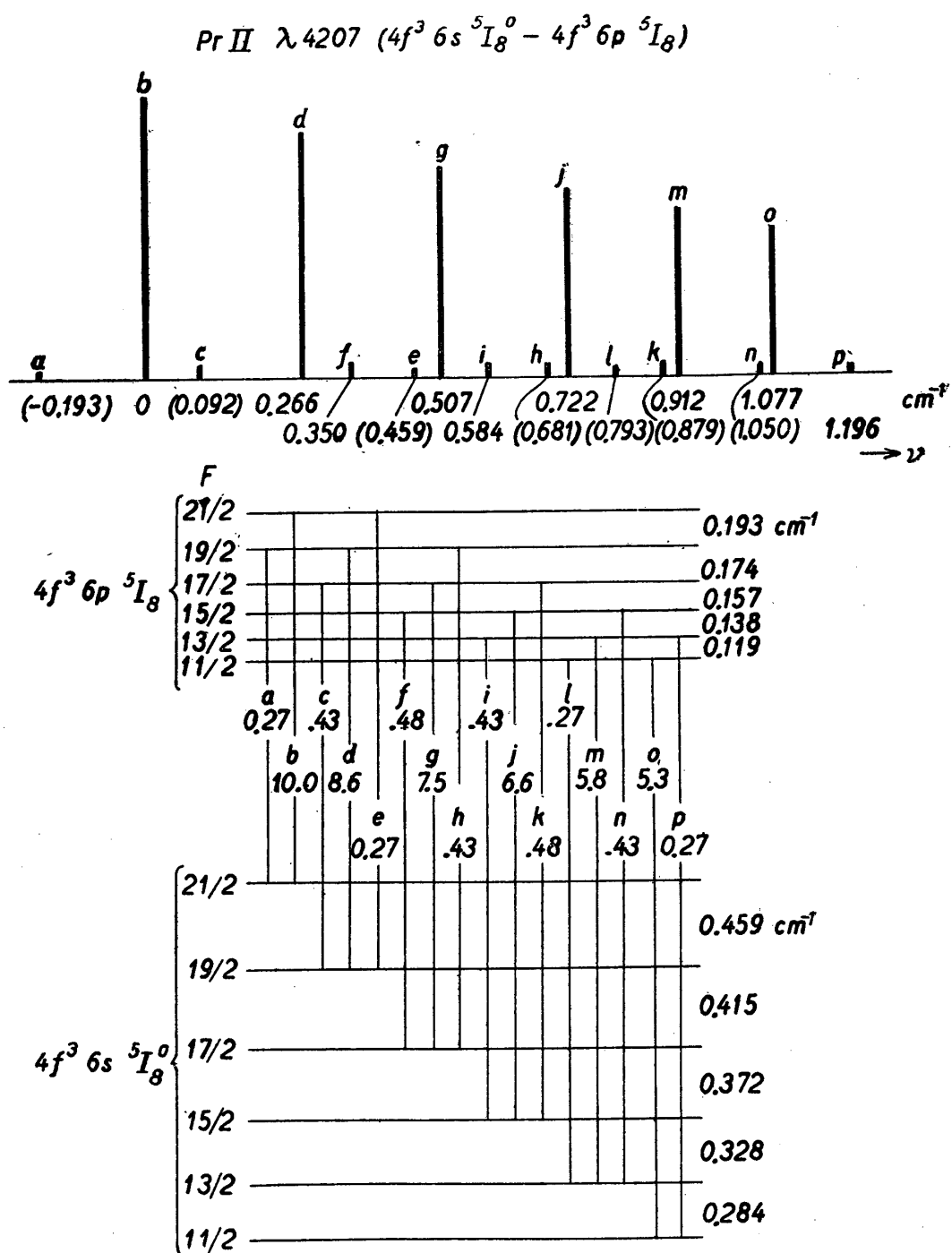


Fig. 1. Enlarged interference patterns of the hfs of Pr II λ 4207.

Fig. 2. Hfs and transition scheme of the line Pr II $\lambda 4207$.