

**$^{160}\text{Gd}(^7\text{Li},6n\gamma)$  2004Es01**

Type	Author	History Citation	Literature Cutoff Date
Full Evaluation	C. W. Reich	NDS 112,2497 (2011)	1-Jun-2011

**Additional information 1.**

Data on  $^{161}\text{Ho}$  obtained as a part of the study of the level schemes of the adjacent Ho isotopes, as well as several Dy isotopes.  $^{160}\text{Gd}(^7\text{Li},6n\gamma)$ ,  $E(^7\text{Li})=56$  MeV. Target thickness=3.9 mg/cm<sup>2</sup>, enrichment not given.  $\gamma$  radiation detected in the GASP array of 40 Compton-suppressed Ge detectors and the 80-element BGO ball. Charged particle- $\gamma$  coincidences measured using the Si ball ISIS consisting of 40 Si  $\Delta E$ -E telescopes in the same geometry as the Ge detectors in the GASP array in order to identify reaction channel leading to the Dy isotopes, whose production complicated the analysis of the Ho-isotope data. Measured  $E_\gamma$ ,  $I_\gamma$ ,  $\gamma\gamma$ . Deduced band structure and band crossings.

$^{161}\text{Ho}$  Levels

E(Z),J(Z) From the adopted values. Not reported by 2004Es01.

E(level) <sup>†</sup>	J <sup>π</sup> <sup>‡</sup>	E(level) <sup>†</sup>	J <sup>π</sup> <sup>‡</sup>	E(level) <sup>†</sup>	J <sup>π</sup> <sup>‡</sup>	E(level) <sup>†</sup>	J <sup>π</sup> <sup>‡</sup>
0.0 <sup>#</sup>	7/2 <sup>-</sup>	1058.7 <sup>c</sup>	17/2 <sup>+</sup>	2568.4 <sup>c</sup>	29/2 <sup>+</sup>	4852.3 <sup>#</sup>	47/2 <sup>-</sup>
99.5 <sup>@</sup>	9/2 <sup>-</sup>	1084.6 <sup>d</sup>	17/2 <sup>-</sup>	2736.9 <sup>&amp;</sup>	29/2 <sup>+</sup>	5222.6 <sup>@</sup>	49/2 <sup>-</sup>
211.15 <sup>&amp; 3</sup>	1/2 <sup>+</sup>	1167.5 <sup>@</sup>	21/2 <sup>-</sup>	2812.9 <sup>@</sup>	33/2 <sup>-</sup>	5238 <sup>a</sup>	47/2 <sup>+</sup>
221.8 <sup>#</sup>	11/2 <sup>-</sup>	1211.0 <sup>&amp;</sup>	17/2 <sup>+</sup>	2845.1 <sup>b</sup>	31/2 <sup>+</sup>	5561.3 <sup>#</sup>	51/2 <sup>-</sup>
222.43 <sup>a</sup>	3/2 <sup>+</sup>	1277.8 <sup>b</sup>	19/2 <sup>+</sup>	2861.7 <sup>a</sup>	31/2 <sup>+</sup>	5948 <sup>a</sup>	51/2 <sup>+</sup>
252.9 <sup>b</sup>	7/2 <sup>+</sup>	1311.6 <sup>a</sup>	19/2 <sup>+</sup>	3064.7 <sup>d</sup>	33/2 <sup>-</sup>	0.0+x <sup>e</sup>	
316.56 <sup>&amp;</sup>	5/2 <sup>+</sup>	1403.3 <sup>#</sup>	23/2 <sup>-</sup>	3078.7 <sup>#</sup>	35/2 <sup>-</sup>	124.8+x <sup>f</sup>	
353.4 <sup>a</sup>	7/2 <sup>+</sup>	1465.6 <sup>d</sup>	21/2 <sup>-</sup>	3125.2 <sup>c</sup>	33/2 <sup>+</sup>	248.2+x <sup>e</sup>	
367.8 <sup>@</sup>	13/2 <sup>-</sup>	1513.0 <sup>c</sup>	21/2 <sup>+</sup>	3275.9 <sup>&amp;</sup>	33/2 <sup>+</sup>	416.1+x <sup>f</sup>	
370.8 <sup>c</sup>	9/2 <sup>+</sup>	1674.2 <sup>&amp;</sup>	21/2 <sup>+</sup>	3360.5 <sup>@</sup>	37/2 <sup>-</sup>	581.1+x <sup>e</sup>	
511.8 <sup>b</sup>	11/2 <sup>+</sup>	1677.8 <sup>@</sup>	25/2 <sup>-</sup>	3391.2 <sup>b</sup>	35/2 <sup>+</sup>	796.1+x <sup>f</sup>	
519.6 <sup>&amp;</sup>	9/2 <sup>+</sup>	1762.1 <sup>b</sup>	23/2 <sup>+</sup>	3416.7 <sup>a</sup>	35/2 <sup>+</sup>	1004.1+x <sup>e</sup>	
533.9 <sup>#</sup>	15/2 <sup>-</sup>	1784.7 <sup>a</sup>	23/2 <sup>+</sup>	3629.2 <sup>#</sup>	39/2 <sup>-</sup>	1265.1+x <sup>f</sup>	
579.4 <sup>d</sup>	9/2 <sup>-</sup>	1926.7 <sup>d</sup>	25/2 <sup>-</sup>	3726.7 <sup>d</sup>	37/2 <sup>-</sup>	1516.1+x <sup>e</sup>	
584.1 <sup>a</sup>	11/2 <sup>+</sup>	1937.8 <sup>#</sup>	27/2 <sup>-</sup>	3822.9 <sup>&amp;</sup>	37/2 <sup>+</sup>	1818.1+x <sup>f</sup>	
674.0 <sup>c</sup>	13/2 <sup>+</sup>	2022.4 <sup>c</sup>	25/2 <sup>+</sup>	3919.3 <sup>@</sup>	41/2 <sup>-</sup>	2110.0+x <sup>e</sup>	
726.2 <sup>@</sup>	17/2 <sup>-</sup>	2191.9 <sup>&amp;</sup>	25/2 <sup>+</sup>	3979.7 <sup>a</sup>	39/2 <sup>+</sup>	2444.3+x <sup>f</sup>	
788.4 <sup>d</sup>	13/2 <sup>-</sup>	2239.1 <sup>@</sup>	29/2 <sup>-</sup>	4210.4 <sup>#</sup>	43/2 <sup>-</sup>	2774.7+x <sup>e</sup>	
820.9 <sup>&amp;</sup>	13/2 <sup>+</sup>	2292.1 <sup>b</sup>	27/2 <sup>+</sup>	4400.9 <sup>&amp;</sup>	41/2 <sup>+</sup>	3131.3+x <sup>f</sup>	
856.8 <sup>b</sup>	15/2 <sup>+</sup>	2309.7 <sup>a</sup>	27/2 <sup>+</sup>	4419 <sup>d</sup>	41/2 <sup>-</sup>		
906.8 <sup>a</sup>	15/2 <sup>+</sup>	2461.7 <sup>d</sup>	29/2 <sup>-</sup>	4534.9 <sup>@</sup>	45/2 <sup>-</sup>		
931.0 <sup>#</sup>	19/2 <sup>-</sup>	2510.1 <sup>#</sup>	31/2 <sup>-</sup>	4582 <sup>a</sup>	43/2 <sup>+</sup>		

<sup>†</sup> From a least-squares fit to the  $E_\gamma$  values. An uncertainty of 1 keV was assigned for each  $E_\gamma$  value, unless noted otherwise. Because of this lack of specific knowledge about these  $\Delta E_\gamma$  values, no uncertainties are listed for the calculated level energies.

<sup>‡</sup> Values as reported by 2004Es01. These are based on those reported in the earlier reaction-induced studies and are based on the usual considerations of rotational-band structure in deformed nuclei. These agree with the Adopted values.

<sup>#</sup> Band(A): 7/2[523] g.s. band.  $\alpha=-1/2$  Band crossing at  $\hbar\omega\approx 0.28$  MeV.

<sup>@</sup> Band(a): 7/2[523] g.s. band.  $\alpha=+1/2$  Band crossing at  $\hbar\omega\approx 0.28$  MeV.

<sup>&</sup> Band(B): 1/2[411] band,  $\alpha=+1/2$  Band crossing at  $\hbar\omega\approx 0.28$  MeV.

<sup>a</sup> Band(b): 1/2[411] band,  $\alpha=-1/2$  Band crossing at  $\hbar\omega\approx 0.28$  MeV.

$^{160}\text{Gd}(^7\text{Li},6n\gamma)$  **2004Es01 (continued)** $^{161}\text{Ho}$  Levels (continued)

<sup>b</sup> Band(C): 7/2[404] band,  $\alpha=-1/2$  Band crossing at  $\hbar\omega\approx 0.28$  MeV.

<sup>c</sup> Band(c): 7/2[404] band,  $\alpha=+1/2$  Band crossing at  $\hbar\omega\approx 0.28$  MeV.

<sup>d</sup> Band(D): 1/2[541] band,  $\alpha=+1/2$  Band crossing at  $\hbar\omega\approx 0.35$  MeV. The 1/2<sup>-</sup> and 5/2<sup>-</sup> band members, as well as those of the  $\alpha=-1/2$  branch, are not observably populated in this study.

<sup>e</sup> Band(E): possible band,  $\alpha$  is uncertain Assignment to  $^{161}\text{Ho}$  is tentative (2004Es01).

<sup>f</sup> Band(e): possible band,  $\alpha$  is opposite to that of the other branch. Assignment to  $^{161}\text{Ho}$  is tentative (2004Es01).

 $\gamma(^{161}\text{Ho})$ 

$E_\gamma^\dagger$	$E_i(\text{level})$	$J_i^\pi$	$E_f$	$J_f^\pi$	$E_\gamma^\dagger$	$E_i(\text{level})$	$J_i^\pi$	$E_f$	$J_f^\pi$
11.282 $\ddagger$ 5	222.43	3/2 <sup>+</sup>	211.15	1/2 <sup>+</sup>	268	367.8	13/2 <sup>-</sup>	99.5	9/2 <sup>-</sup>
94.13 $\ddagger$ 3	316.56	5/2 <sup>+</sup>	222.43	3/2 <sup>+</sup>	269	3629.2	39/2 <sup>-</sup>	3360.5	37/2 <sup>-</sup>
99	99.5	9/2 <sup>-</sup>	0.0	7/2 <sup>-</sup>	270	2292.1	27/2 <sup>+</sup>	2022.4	25/2 <sup>+</sup>
118	370.8	9/2 <sup>+</sup>	252.9	7/2 <sup>+</sup>	271	2510.1	31/2 <sup>-</sup>	2239.1	29/2 <sup>-</sup>
122	221.8	11/2 <sup>-</sup>	99.5	9/2 <sup>-</sup>	272	370.8	9/2 <sup>+</sup>	99.5	9/2 <sup>-</sup>
124	248.2+x		124.8+x		274	1677.8	25/2 <sup>-</sup>	1403.3	23/2 <sup>-</sup>
125	124.8+x		0.0+x		276 $\#$	2568.4	29/2 <sup>+</sup>	2292.1	27/2 <sup>+</sup>
131	353.4	7/2 <sup>+</sup>	222.43	3/2 <sup>+</sup>	277 $\#$	2845.1	31/2 <sup>+</sup>	2568.4	29/2 <sup>+</sup>
141	511.8	11/2 <sup>+</sup>	370.8	9/2 <sup>+</sup>	282	3360.5	37/2 <sup>-</sup>	3078.7	35/2 <sup>-</sup>
146	367.8	13/2 <sup>-</sup>	221.8	11/2 <sup>-</sup>	290	3919.3	41/2 <sup>-</sup>	3629.2	39/2 <sup>-</sup>
154	1465.6	21/2 <sup>-</sup>	1311.6	19/2 <sup>+</sup>	291	416.1+x		124.8+x	
162	674.0	13/2 <sup>+</sup>	511.8	11/2 <sup>+</sup>	291	4210.4	43/2 <sup>-</sup>	3919.3	41/2 <sup>-</sup>
165	581.1+x		416.1+x		292	2110.0+x		1818.1+x	
166	519.6	9/2 <sup>+</sup>	353.4	7/2 <sup>+</sup>	296	1084.6	17/2 <sup>-</sup>	788.4	13/2 <sup>-</sup>
166	533.9	15/2 <sup>-</sup>	367.8	13/2 <sup>-</sup>	301	820.9	13/2 <sup>+</sup>	519.6	9/2 <sup>+</sup>
168	416.1+x		248.2+x		301	2239.1	29/2 <sup>-</sup>	1937.8	27/2 <sup>-</sup>
178	1084.6	17/2 <sup>-</sup>	906.8	15/2 <sup>+</sup>	302	1818.1+x		1516.1+x	
183	856.8	15/2 <sup>+</sup>	674.0	13/2 <sup>+</sup>	303	2812.9	33/2 <sup>-</sup>	2510.1	31/2 <sup>-</sup>
192	726.2	17/2 <sup>-</sup>	533.9	15/2 <sup>-</sup>	304	674.0	13/2 <sup>+</sup>	370.8	9/2 <sup>+</sup>
202	1058.7	17/2 <sup>+</sup>	856.8	15/2 <sup>+</sup>	304	1211.0	17/2 <sup>+</sup>	906.8	15/2 <sup>+</sup>
203	519.6	9/2 <sup>+</sup>	316.56	5/2 <sup>+</sup>	312	533.9	15/2 <sup>-</sup>	221.8	11/2 <sup>-</sup>
204	788.4	13/2 <sup>-</sup>	584.1	11/2 <sup>+</sup>	317	4852.3	47/2 <sup>-</sup>	4534.9	45/2 <sup>-</sup>
205	931.0	19/2 <sup>-</sup>	726.2	17/2 <sup>-</sup>	319	1784.7	23/2 <sup>+</sup>	1465.6	21/2 <sup>-</sup>
208	1004.1+x		796.1+x		323	906.8	15/2 <sup>+</sup>	584.1	11/2 <sup>+</sup>
209	788.4	13/2 <sup>-</sup>	579.4	9/2 <sup>-</sup>	324	4534.9	45/2 <sup>-</sup>	4210.4	43/2 <sup>-</sup>
211.15 $\ddagger$ 3	211.15	1/2 <sup>+</sup>	0.0	7/2 <sup>-</sup>	330	2774.7+x		2444.3+x	
215	796.1+x		581.1+x		333	581.1+x		248.2+x	
219	1277.8	19/2 <sup>+</sup>	1058.7	17/2 <sup>+</sup>	334	2444.3+x		2110.0+x	
222	221.8	11/2 <sup>-</sup>	0.0	7/2 <sup>-</sup>	345	856.8	15/2 <sup>+</sup>	511.8	11/2 <sup>+</sup>
226	579.4	9/2 <sup>-</sup>	353.4	7/2 <sup>+</sup>	358	726.2	17/2 <sup>-</sup>	367.8	13/2 <sup>-</sup>
231	584.1	11/2 <sup>+</sup>	353.4	7/2 <sup>+</sup>	363	1674.2	21/2 <sup>+</sup>	1311.6	19/2 <sup>+</sup>
235	1403.3	23/2 <sup>-</sup>	1167.5	21/2 <sup>-</sup>	370	5222.6	49/2 <sup>-</sup>	4852.3	47/2 <sup>-</sup>
235	1513.0	21/2 <sup>+</sup>	1277.8	19/2 <sup>+</sup>	371	370.8	9/2 <sup>+</sup>	0.0	7/2 <sup>-</sup>
237	820.9	13/2 <sup>+</sup>	584.1	11/2 <sup>+</sup>	380	796.1+x		416.1+x	
237	1167.5	21/2 <sup>-</sup>	931.0	19/2 <sup>-</sup>	381	1465.6	21/2 <sup>-</sup>	1084.6	17/2 <sup>-</sup>
248	248.2+x		0.0+x		383	2309.7	27/2 <sup>+</sup>	1926.7	25/2 <sup>-</sup>
249	1762.1	23/2 <sup>+</sup>	1513.0	21/2 <sup>+</sup>	385	1058.7	17/2 <sup>+</sup>	674.0	13/2 <sup>+</sup>
251	1516.1+x		1265.1+x		390	1211.0	17/2 <sup>+</sup>	820.9	13/2 <sup>+</sup>
253	252.9	7/2 <sup>+</sup>	0.0	7/2 <sup>-</sup>	397	931.0	19/2 <sup>-</sup>	533.9	15/2 <sup>-</sup>
259	511.8	11/2 <sup>+</sup>	252.9	7/2 <sup>+</sup>	405	1311.6	19/2 <sup>+</sup>	906.8	15/2 <sup>+</sup>
260	1937.8	27/2 <sup>-</sup>	1677.8	25/2 <sup>-</sup>	407	2191.9	25/2 <sup>+</sup>	1784.7	23/2 <sup>+</sup>
260	2022.4	25/2 <sup>+</sup>	1762.1	23/2 <sup>+</sup>	412	511.8	11/2 <sup>+</sup>	99.5	9/2 <sup>-</sup>
261	1265.1+x		1004.1+x		421	1277.8	19/2 <sup>+</sup>	856.8	15/2 <sup>+</sup>
266	3078.7	35/2 <sup>-</sup>	2812.9	33/2 <sup>-</sup>	423	1004.1+x		581.1+x	

Continued on next page (footnotes at end of table)

$^{160}\text{Gd}(^7\text{Li},6n\gamma)$  **2004Es01** (continued) $\gamma(^{161}\text{Ho})$  (continued)

$E_\gamma$ †	$E_i(\text{level})$	$J_i^\pi$	$E_f$	$J_f^\pi$	$E_\gamma$ †	$E_i(\text{level})$	$J_i^\pi$	$E_f$	$J_f^\pi$
441	1167.5	21/2 <sup>-</sup>	726.2	17/2 <sup>-</sup>	553	2845.1	31/2 <sup>+</sup>	2292.1	27/2 <sup>+</sup>
452	674.0	13/2 <sup>+</sup>	221.8	11/2 <sup>-</sup>	555	3416.7	35/2 <sup>+</sup>	2861.7	31/2 <sup>+</sup>
455	1513.0	21/2 <sup>+</sup>	1058.7	17/2 <sup>+</sup>	557#	3125.2?	33/2 <sup>+</sup>	2568.4	29/2 <sup>+</sup>
461	1926.7	25/2 <sup>-</sup>	1465.6	21/2 <sup>-</sup>	559	3919.3	41/2 <sup>-</sup>	3360.5	37/2 <sup>-</sup>
463	1674.2	21/2 <sup>+</sup>	1211.0	17/2 <sup>+</sup>	562	2239.1	29/2 <sup>-</sup>	1677.8	25/2 <sup>-</sup>
469	1265.1+x		796.1+x		563	3979.7	39/2 <sup>+</sup>	3416.7	35/2 <sup>+</sup>
472	1403.3	23/2 <sup>-</sup>	931.0	19/2 <sup>-</sup>	568	3078.7	35/2 <sup>-</sup>	2510.1	31/2 <sup>-</sup>
473	1784.7	23/2 <sup>+</sup>	1311.6	19/2 <sup>+</sup>	572	2510.1	31/2 <sup>-</sup>	1937.8	27/2 <sup>-</sup>
484	1762.1	23/2 <sup>+</sup>	1277.8	19/2 <sup>+</sup>	574	2812.9	33/2 <sup>-</sup>	2239.1	29/2 <sup>-</sup>
489	856.8	15/2 <sup>+</sup>	367.8	13/2 <sup>-</sup>	578	4400.9	41/2 <sup>+</sup>	3822.9	37/2 <sup>+</sup>
510	2022.4	25/2 <sup>+</sup>	1513.0	21/2 <sup>+</sup>	581	4210.4	43/2 <sup>-</sup>	3629.2	39/2 <sup>-</sup>
511	1677.8	25/2 <sup>-</sup>	1167.5	21/2 <sup>-</sup>	582	1513.0	21/2 <sup>+</sup>	931.0	19/2 <sup>-</sup>
512	1516.1+x		1004.1+x		594	2110.0+x		1516.1+x	
518	2191.9	25/2 <sup>+</sup>	1674.2	21/2 <sup>+</sup>	595	1762.1	23/2 <sup>+</sup>	1167.5	21/2 <sup>-</sup>
525	1058.7	17/2 <sup>+</sup>	533.9	15/2 <sup>-</sup>	602	4582	43/2 <sup>+</sup>	3979.7	39/2 <sup>+</sup>
525	2309.7	27/2 <sup>+</sup>	1784.7	23/2 <sup>+</sup>	603	3064.7	33/2 <sup>-</sup>	2461.7	29/2 <sup>-</sup>
530	2292.1	27/2 <sup>+</sup>	1762.1	23/2 <sup>+</sup>	614	2292.1	27/2 <sup>+</sup>	1677.8	25/2 <sup>-</sup>
534	1937.8	27/2 <sup>-</sup>	1403.3	23/2 <sup>-</sup>	616	4534.9	45/2 <sup>-</sup>	3919.3	41/2 <sup>-</sup>
535	2461.7	29/2 <sup>-</sup>	1926.7	25/2 <sup>-</sup>	619	2022.4	25/2 <sup>+</sup>	1403.3	23/2 <sup>-</sup>
539	3275.9	33/2 <sup>+</sup>	2736.9	29/2 <sup>+</sup>	626	2444.3+x		1818.1+x	
545	2736.9	29/2 <sup>+</sup>	2191.9	25/2 <sup>+</sup>	642	4852.3	47/2 <sup>-</sup>	4210.4	43/2 <sup>-</sup>
546	2568.4	29/2 <sup>+</sup>	2022.4	25/2 <sup>+</sup>	656	5238	47/2 <sup>+</sup>	4582	43/2 <sup>+</sup>
546	3391.2	35/2 <sup>+</sup>	2845.1	31/2 <sup>+</sup>	662	3726.7	37/2 <sup>-</sup>	3064.7	33/2 <sup>-</sup>
547	3822.9	37/2 <sup>+</sup>	3275.9	33/2 <sup>+</sup>	665	2774.7+x		2110.0+x	
548	3360.5	37/2 <sup>-</sup>	2812.9	33/2 <sup>-</sup>	687	3131.3+x		2444.3+x	
550	3629.2	39/2 <sup>-</sup>	3078.7	35/2 <sup>-</sup>	688	5222.6	49/2 <sup>-</sup>	4534.9	45/2 <sup>-</sup>
551	1277.8	19/2 <sup>+</sup>	726.2	17/2 <sup>-</sup>	692	4419	41/2 <sup>-</sup>	3726.7	37/2 <sup>-</sup>
552	2861.7	31/2 <sup>+</sup>	2309.7	27/2 <sup>+</sup>	709	5561.3	51/2 <sup>-</sup>	4852.3	47/2 <sup>-</sup>
553	1818.1+x		1265.1+x		710	5948	51/2 <sup>+</sup>	5238	47/2 <sup>+</sup>

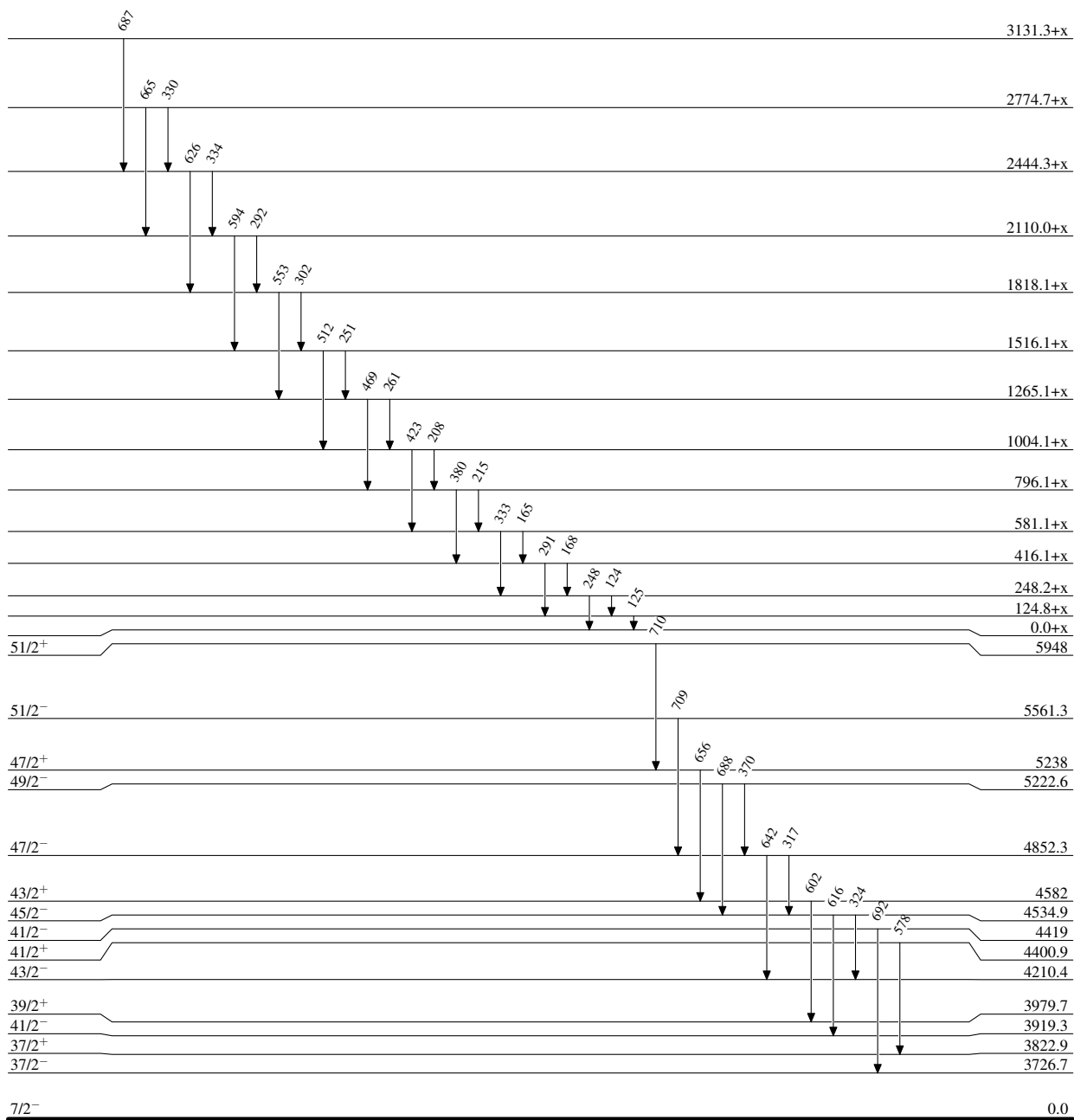
† Values taken from the level-scheme drawing of **2004Es01**. Authors do not provide any other data on the  $\gamma$  radiation.

‡ From the Adopted Gammas.  $\gamma$  not reported by **2004Es01**.

# Placement of transition in the level scheme is uncertain.

$^{160}\text{Gd}(^7\text{Li},6n\gamma)$  2004Es01

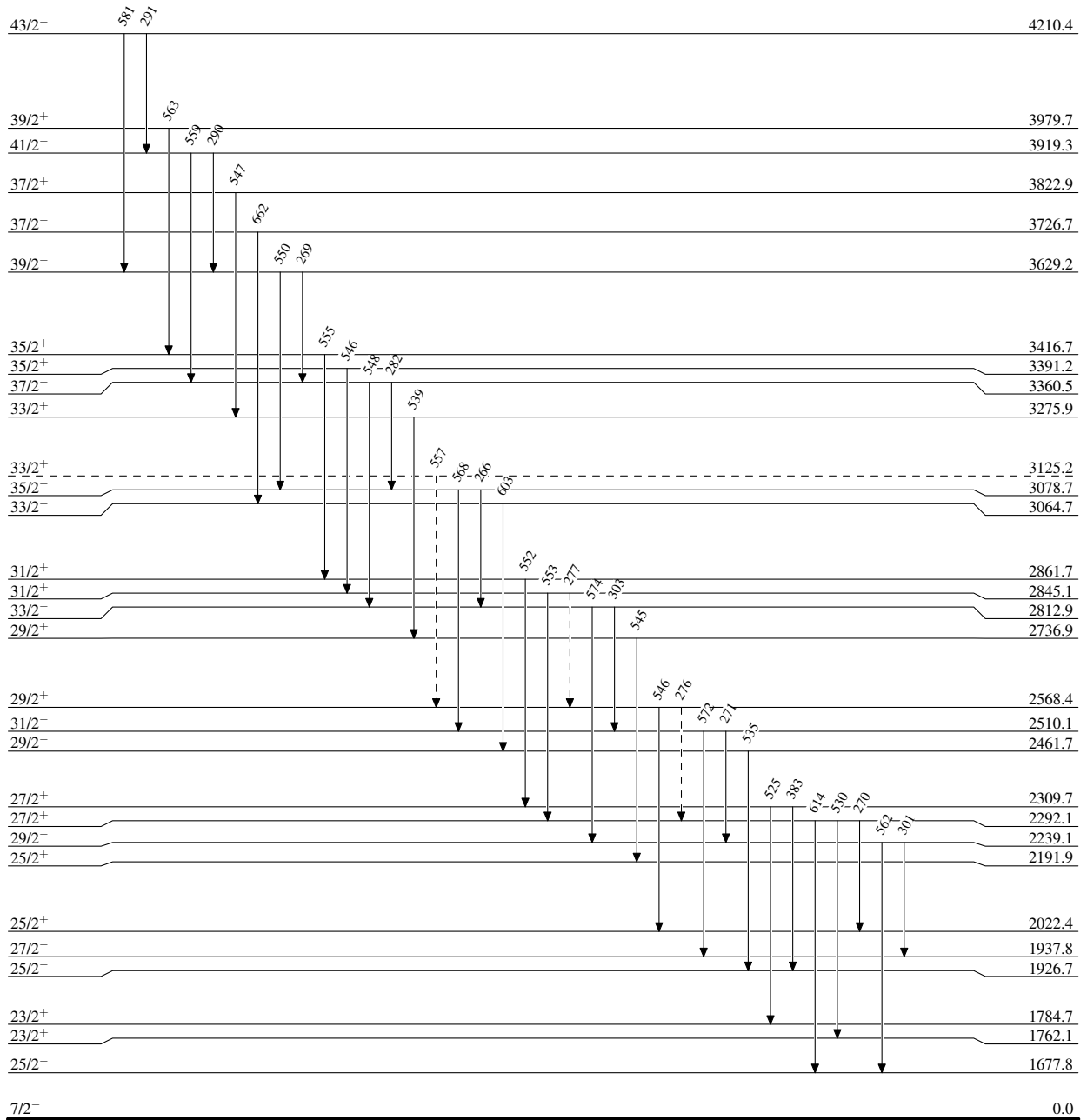
## Level Scheme

 $^{161}_{67}\text{Ho}_{94}$

$^{160}\text{Gd}(7\text{Li},6n\gamma)$  2004Es01

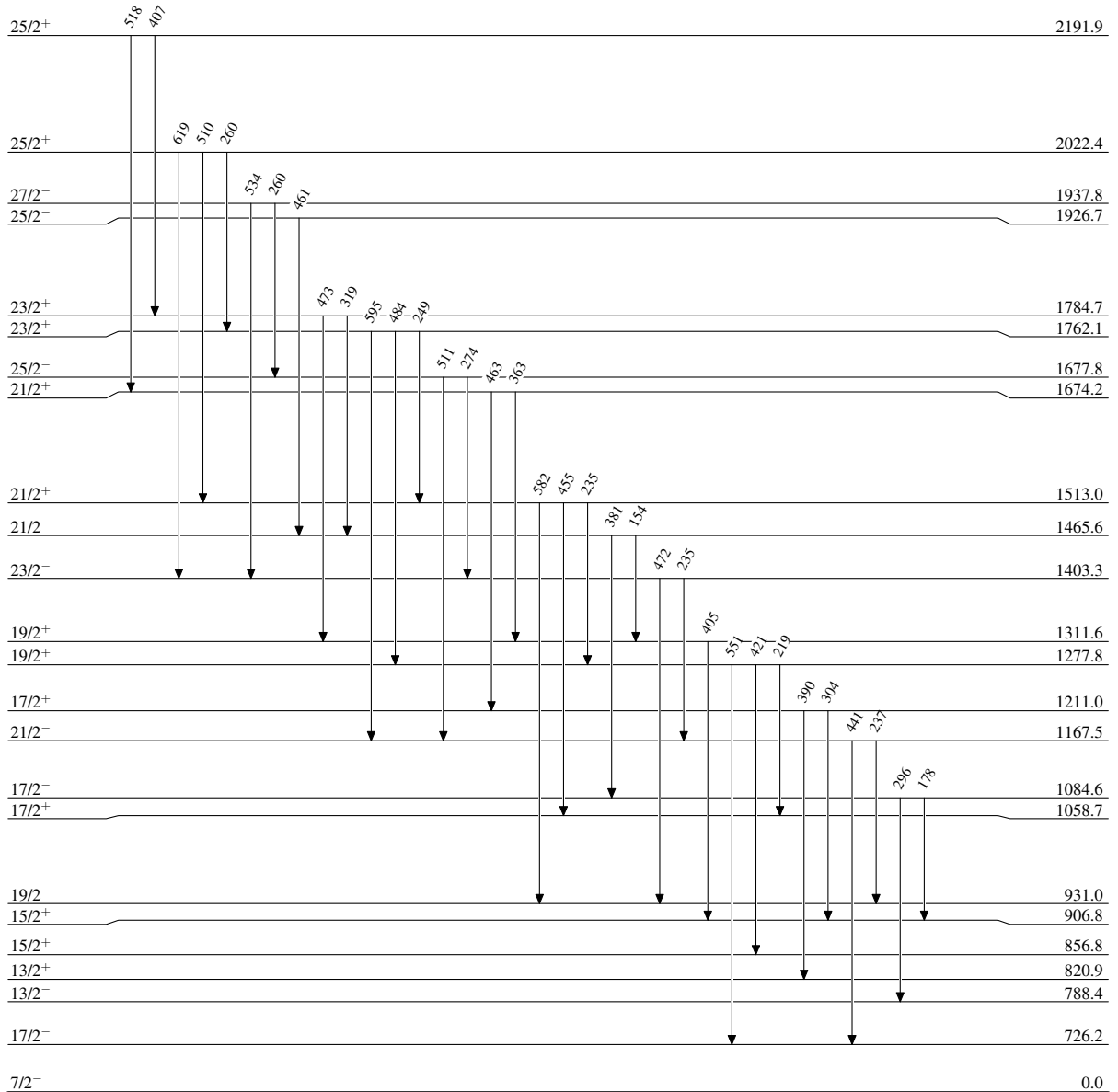
Legend

Level Scheme (continued)

-----▶  $\gamma$  Decay (Uncertain) $^{161}_{67}\text{Ho}_{94}$

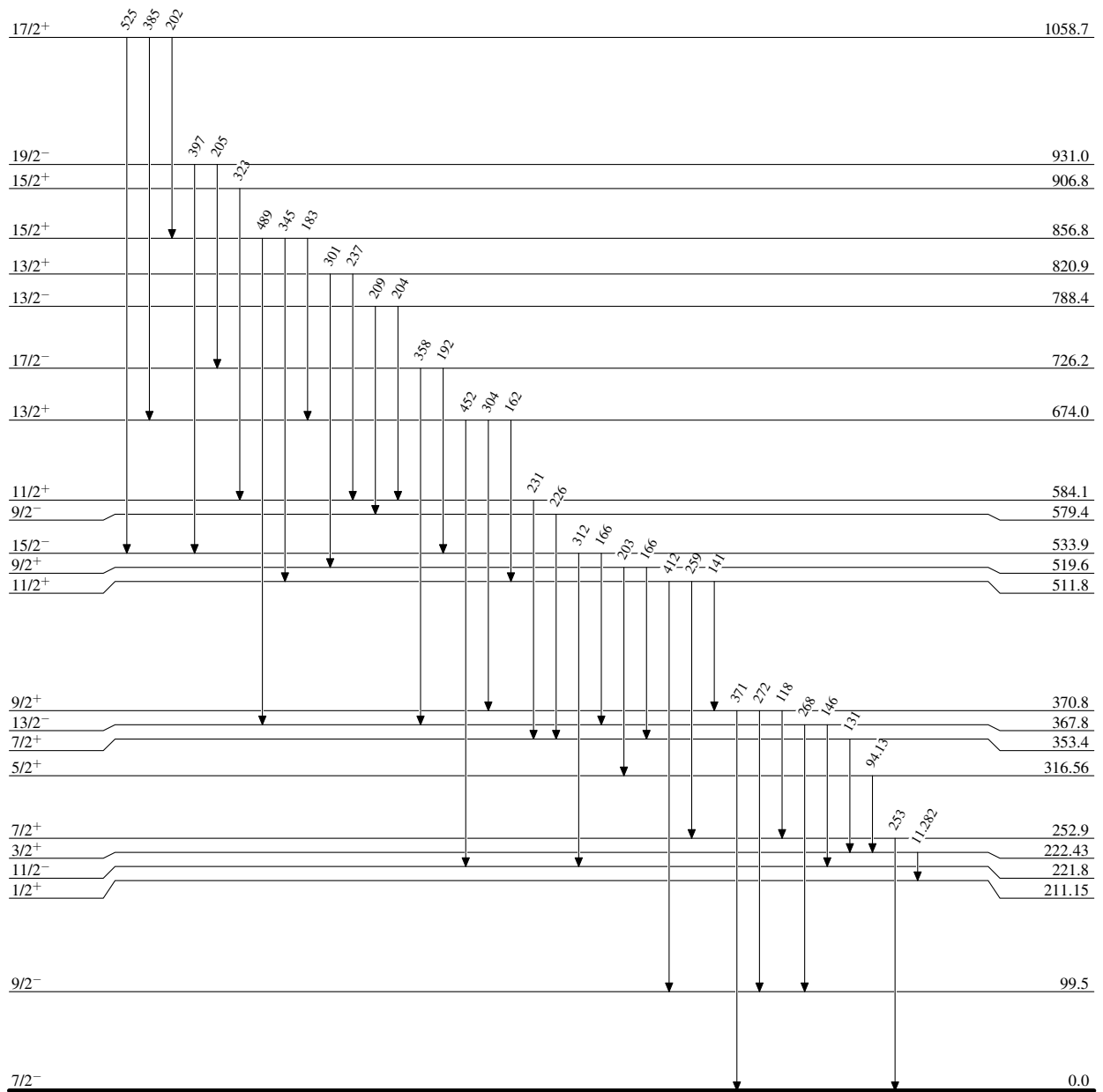
$^{160}\text{Gd}(^7\text{Li},6n\gamma)$  2004Es01

## Level Scheme (continued)

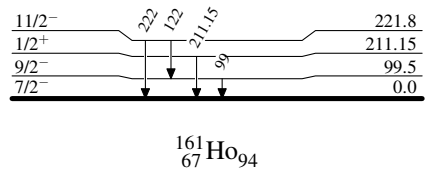
 $^{161}_{67}\text{Ho}_{94}$

${}^{160}\text{Gd}(\gamma, \text{Li}, 6n\gamma)$  2004Es01

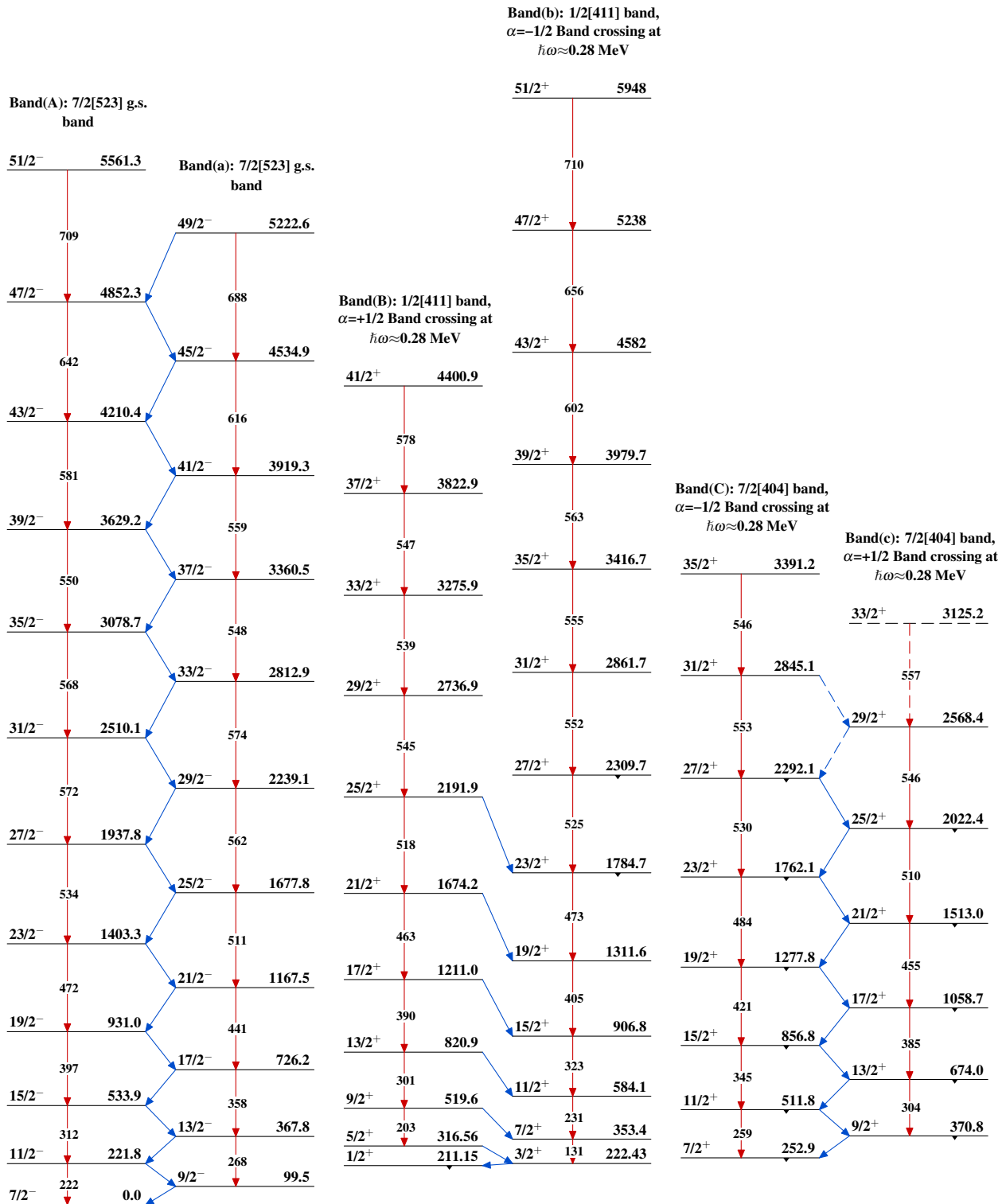
## Level Scheme (continued)

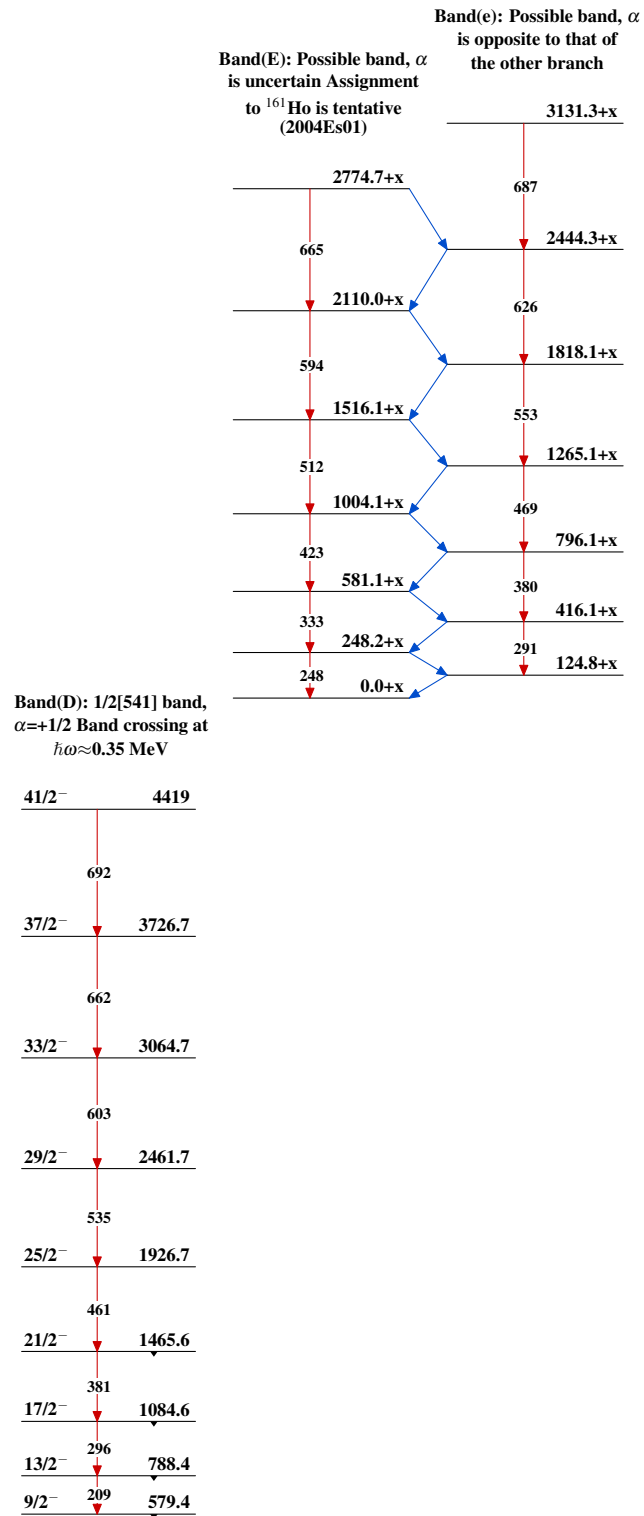
 ${}^{161}_{67}\text{Ho}_{94}$

---

 $^{160}\text{Gd}(^7\text{Li},6n\gamma)$  2004Es01Level Scheme (continued)



$^{160}\text{Gd}(^7\text{Li},6n\gamma)$  2004Es01 $^{161}_{67}\text{Ho}_{94}$

$^{160}\text{Gd}(^7\text{Li},6n\gamma)$  2004Es01 (continued) $^{161}_{67}\text{Ho}_{94}$