

Table S1: Structural parameters obtained from Rietveld refinement of XRPD data for $\text{Ba}_3\text{LnFe}_2\text{O}_{7.5}$ (Ln = Sm, Eu, Gd, Dy, Ho, Y and Er). All the crystallographic sites are fully occupied ($\text{sof} = 1$).

$\text{Ba}_3\text{SmFe}_2\text{O}_{7.5}$: $\chi^2 = 3.48$, $R_{\text{Bragg}} = 9.39\%$

Atom	x	y	z
Ba1	0	0.2929(29)	1/4
Ba2	1/2	0.3345(26)	1/4
Ba3	0.0246(13)	0.7532(31)	0.0905(06)
Ba4	0.4968(15)	0.2449(32)	0.5798(07)
Sm	0.2451(17)	0.2542(30)	0.4112(07)
Fe1	0.2455(40)	0.2538(63)	0.0599(17)
Fe2	0.2376(40)	0.7756(45)	0.2654(17)
O1	0	0.7185(56)	1/4
O2	0.0280(18)	0.7419(42)	0.6247(8)
O3	0.4731(22)	0.1986(34)	0.0907(11)
O4	0.2583(30)	0.0634(31)	0.3004(10)
O5	0.2694(30)	0.5612(32)	0.3471(13)
O6	0.2370(34)	0.4764(37)	0.5054(15)
O7	0.2415(33)	0.0515(33)	0.9887(13)
O8	0.2966(24)	0.3669(27)	0.6639(11)

$\text{Ba}_3\text{EuFe}_2\text{O}_{7.5}$: $\chi^2 = 3.21$, $R_{\text{Bragg}} = 10.1\%$

Atom	x	y	z
Ba1	0	0.2881(27)	1/4
Ba2	1/2	0.3233(24)	1/4
Ba3	0.0227(11)	0.7535(31)	0.0901(5)
Ba4	0.4969(14)	0.2462(32)	0.5802(6)
Eu	0.2430(16)	0.2527(27)	0.4101(7)
Fe1	0.2463(33)	0.2506(59)	0.0572(13)
Fe2	0.2382(34)	0.7738(38)	0.2630(15)
O1	0	0.8360(37)	1/4
O2	0.0298(14)	0.7696(37)	0.6221(6)
O3	0.4803(19)	0.2098(34)	0.0944(8)
O4	0.2571(26)	0.0583(27)	0.3113(8)
O5	0.2565(27)	0.5636(28)	0.3388(11)
O6	0.2374(44)	0.5042(79)	0.5025(20)
O7	0.2360(44)	0.0007(81)	1.0013(18)
O8	0.2948(22)	0.4274(29)	0.6682(11)

$\text{Ba}_3\text{GdFe}_2\text{O}_{7.5}$: $\chi^2 = 4.46$, $R_{\text{Bragg}} = 8.97\%$

Atom	x	y	z
------	---	---	---

Ba1	0	0.2815(55)	1/4
Ba2	1/2	0.3300(46)	1/4
Ba3	0.0240(22)	0.7532(51)	0.0884(10)
Ba4	0.4969(25)	0.2448(53)	0.5801(12)
Gd	0.2437(28)	0.2386(40)	0.4100(13)
Fe1	0.2458(63)	0.2836(86)	0.0616(28)
Fe2	0.2271(56)	0.7769(79)	0.2655(29)
O1	0	0.7887(84)	1/4
O2	0.0420(33)	0.7580(70)	0.6132(13)
O3	0.4704(39)	0.1947(51)	0.0825(18)
O4	0.2716(43)	0.0595(49)	0.2985(15)
O5	0.2817(44)	0.5313(58)	0.3370(22)
O6	0.2399(57)	0.4996(75)	0.4973(29)
O7	0.2401(61)	0.0114(67)	0.9954(28)
O8	0.3426(36)	0.4167(43)	0.6682(20)

Ba₃DyFe₂O_{7.5} : $\chi^2= 1.95$, R_{Bragg} = 11.9 %

Atom	x	y	z
Ba1	0	0.2812(42)	1/4
Ba2	1/2	0.3236(36)	1/4
Ba3	0.02059(17)	0.7563(46)	0.0892(7)
Ba4	0.4967(22)	0.2502(46)	0.5797(10)
Dy	0.2452(27)	0.2533(41)	0.4107(10)
Fe1	0.2456(51)	0.2612(91)	0.0618(22)
Fe2	0.2394(60)	0.7641(60)	0.2687(24)
O1	0	0.7775(71)	1/4
O2	0.0214(25)	0.7697(57)	0.6135(8)
O3	0.4803(35)	0.1978(41)	0.0787(15)
O4	0.2614(41)	0.0493(37)	0.3025(12)
O5	0.2741(43)	0.5465(41)	0.3489(16)
O6	0.2379(49)	0.5039(74)	0.4972(23)
O7	0.2194(46)	0.0144(66)	0.9925(20)
O8	0.2981(30)	0.3905(32)	0.6599(14)

Ba₃HoFe₂O_{7.5} : $\chi^2= 2.09$, R_{Bragg} = 8.63 %

Atom	x	y	z
Ba1	0	0.2760(36)	1/4
Ba2	1/2	0.3210(27)	1/4
Ba3	0.0190(14)	0.7530(34)	0.0891(6)
Ba4	0.4976(18)	0.2440(35)	0.5794(8)
Ho	0.2440(22)	0.2485(35)	0.4111(8)
Fe1	0.2476(41)	0.2549(73)	0.0570(17)

Fe2	0.2415(4356)	0.7754(48)	0.266380(18)
O1	0	0.8009(51)	1/4
O2	0.0317 (19)	0.7612(48)	0.6154(7)
O3	0.4696(23)	0.2031(35)	0.0864(11)
O4	0.2637(29)	0.0385(31)	0.2998(9)
O5	0.2654(35)	0.5514(33)	0.3394(15)
O6	0.2419(36)	0.5189(55)	0.5006(18)
O7	0.2151(31)	0.0138(52)	0.9956(15)
O8	0.2949(23)	0.3698(26)	0.6640(11)

Ba₃YFe₂O_{7.5} : $\chi^2= 2.16$, R_{Bragg} = 7.64 %

Atom	x	y	z
Ba1	0	0.2769(31)	1/4
Ba2	1/2	0.3179(24)	¼
Ba3	0.0207(13)	0.7517(28)	0.0894(6)
Ba4	0.4982(17)	0.2465(29)	0.5784(7)
Y	0.2445(29)	0.2521(46)	0.4117(12)
Fe1	0.2471(38)	0.2544(65)	0.0603(16)
Fe2	0.2413(40)	0.7678(44)	0.2669(18)
O1	0	0.7395(59)	¼
O2	0.0157(18)	0.7515(41)	0.6116(6)
O3	0.4888(28)	0.2307(38)	0.0794(11)
O4	0.2492(32)	0.0447(34)	0.3141(12)
O5	0.2616(32)	0.5632(31)	0.3479(14)
O6	0.2361(33)	0.5044(52)	0.5011(18)
O7	0.20201(23)	0.0080(43)	0.9962(14)
O8	0.2865(21)	0.3631(23)	0.6615(9)

Ba₃ErFe₂O_{7.5} : $\chi^2= 2.20$, R_{Bragg} = 6.79 %

Atom	x	y	z
Ba1	0	0.2829(22)	1/4
Ba2	1/2	0.3184(20)	1/4
Ba3	0.0257(9)	0.7465(22)	0.0879(4)
Ba4	0.4982(11)	0.2421(22)	0.5772(5)
Er	0.2448(12)	0.2526(22)	0.4081(5)
Fe1	0.2506(28)	0.2515(52)	0.0595(12)
Fe2	0.2341(28)	0.7741(37)	0.2667(12)
O1	0	0.7296(46)	¼
O2	0.0342(15)	0.7895(27)	0.6110(6)
O3	0.4799(18)	0.3144(23)	0.0917(8)
O4	0.2577(24)	0.0562(24)	0.3097(9)
O5	0.2628(24)	0.5668(24)	0.3514(10)

O6	0.2238(28)	0.5235(33)	0.4966(11)
O7	0.2229(26)	-0.0135(31)	1.0104(12)
O8	0.2870(19)	0.3880(21)	0.6699(8)