

SUPPLEMENTARY TABLE 8: Representative electron microprobe analyses and mineral formulae of hingganite-(Y)–gadolinite-(Y). *Note:* n.a. - not analyzed element.

End-member generation (wt%)	Hin I.	Hin I.	Hin I. dark	Hin I.	Hin I.	Hin II.	Hin II. brighter	Gad II.	Hin II.	Hin II.	Hin II. bright, Gd-rich	Hin II.	Hin II.
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.04	0.03	0.04	0.05	0.04	0.03	0.05	0.07	0.08	0.04	0.04	0.04	0.07
As <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.34	0.24	0.23	0.23	0.34	0.26	0.30	0.13	0.55	0.54	0.01	0.48	2.00
SiO <sub>2</sub>	24.06	24.56	24.57	24.59	24.77	23.67	23.86	23.50	22.64	23.15	23.54	23.45	23.14
TiO <sub>2</sub>	0.00	0.00	0.06	0.02	n.a.	n.a.	0.00	n.a.	0.00	0.04	n.a.	0.05	n.a.
ThO <sub>2</sub>	0.00	0.00	0.00	0.02	n.a.	n.a.	0.02	n.a.	0.00	0.00	n.a.	0.00	n.a.
UO <sub>2</sub>	0.17	0.00	0.10	0.09	0.15	0.22	0.09	0.06	0.06	0.13	0.15	0.13	0.00
B <sub>2</sub> O <sub>3calc</sub>	1.32	1.03	0.82	1.05	0.18	0.53	1.16	0.80	0.51	0.68	0.00	1.31	1.61
Bi <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	0.00	0.04	n.a.	0.00	n.a.	n.a.	0.00	n.a.	0.03
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00		n.a.	0.00	n.a.	0.00	0.00	n.a.	0.00	n.a.
Y <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	26.82	30.35	30.90	30.55	28.50	21.99	23.12	22.56	16.12	20.24	20.31	20.00	16.06
La <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.03	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.05	0.03	0.00	0.01	0.00
Ce <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.07	0.07	0.08	0.05	0.05	0.15	0.05	0.11	0.57	0.16	0.16	0.08	0.33
Pr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.00	0.05	0.15	0.00	0.00	0.02	0.02
Nd <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.21	0.13	0.12	0.21	0.22	1.08	0.53	0.86	3.18	1.13	1.06	1.20	1.94
Sm <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1.26	0.82	0.61	0.84	0.97	5.45	3.21	3.53	9.40	5.84	5.69	6.25	7.67
Eu <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.17	0.01	0.05	0.06	0.14	0.04	0.26	0.19	1.22	0.32	0.61	0.41	0.56
Gd <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	6.49	4.27	3.65	4.03	7.11	10.23	10.15	10.11	11.24	11.82	12.97	11.22	15.79
Tb <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1.81	1.39	1.34	1.29	1.81	1.86	2.01	2.02	1.75	1.89	2.02	1.95	2.27
Dy <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	9.80	9.00	9.12	8.80	10.22	9.10	9.50	9.41	7.39	8.79	8.90	8.72	8.52
Ho <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1.26	1.33	1.42	1.26	1.21	1.07	1.01	0.78	0.79	0.89	1.14	0.93	0.80
Er <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2.66	3.01	3.13	2.98	3.04	1.98	2.13	2.23	1.46	1.61	2.04	1.80	1.38
Tm <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.34	0.33	0.31	0.38	0.45	0.82	0.60	0.66	1.08	0.75	0.85	0.78	1.17
Yb <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1.62	1.92	1.90	2.03	1.75	1.48	1.55	1.45	1.16	1.35	1.28	1.18	0.57
Lu <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1.00	1.06	0.94	1.11	1.06	0.86	1.03	0.98	0.79	0.94	0.88	0.84	0.64
BeO <sub>calc</sub>	9.15	9.54	9.70	9.55	10.27	9.54	9.18	9.26	9.20	9.28	9.96	8.94	8.94
FeO	6.46	6.40	7.22	6.67	6.55	6.58	6.93	7.22	6.30	6.34	6.72	6.63	1.89
MnO	0.00	0.08	0.00	0.02	0.00	0.04	0.00	0.06	0.00	0.00	0.04	0.00	0.02
PbO	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	0.00	0.08	n.a.	0.09	n.a.	n.a.	0.00	n.a.	0.01
CaO	0.66	0.58	0.59	0.55	0.77	0.52	0.76	0.69	0.83	0.65	0.65	0.74	0.67
BaO	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	0.00	0.03	n.a.	0.00	n.a.	n.a.	0.04	n.a.	0.28
F	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	0.00	0.00	n.a.	0.00	n.a.	n.a.	0.00	n.a.	0.00
H <sub>2</sub> O <sub>calc</sub>	2.02	2.08	1.88	2.03	2.09	1.91	1.87	1.72	1.87	1.92	1.84	1.89	3.16
Total	97.75	98.21	98.78	98.45	101.66	99.60	99.35	98.54	98.39	98.52	100.86	99.05	99.49

SUPPLEMENTARY TABLE 8 continued

End-member generation	Hin I.	Hin I.	Hin I.	Hin I.	Hin I.	Hin II.	Hin II.	Gd II.	Hin II.	Hin II.	Hin II.	Hin II.	Hin II.
(apfu)	dark			brighter				bright, Gd-rich					
Th <sup>4+</sup>	0.000	0.000	0.000	0.000	-	-	0.000	-	0.000	0.000	-	0.000	-
U <sup>4+</sup>	0.003	0.000	0.002	0.002	0.003	0.004	0.002	0.001	0.001	0.002	0.003	0.002	0.000
Bi <sup>3+</sup>	-	-	-	-	0.000	0.007	-	0.000	-	-	0.000	-	0.005
Y <sup>3+</sup>	1.176	1.307	1.330	1.313	1.214	0.982	1.023	1.016	0.746	0.918	0.917	0.897	0.705
La <sup>3+</sup>	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.002	0.001	0.000	0.000	0.000
Ce <sup>3+</sup>	0.002	0.002	0.002	0.001	0.002	0.005	0.001	0.004	0.018	0.005	0.005	0.003	0.010
Pr <sup>3+</sup>	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.002	0.005	0.000	0.000	0.001	0.001
Nd <sup>3+</sup>	0.006	0.004	0.004	0.006	0.006	0.032	0.016	0.026	0.099	0.034	0.032	0.036	0.057
Sm <sup>3+</sup>	0.036	0.023	0.017	0.023	0.027	0.158	0.092	0.103	0.282	0.171	0.166	0.181	0.218
Eu <sup>3+</sup>	0.005	0.000	0.001	0.002	0.004	0.001	0.007	0.005	0.036	0.009	0.018	0.012	0.016
Gd <sup>3+</sup>	0.177	0.114	0.098	0.108	0.189	0.285	0.280	0.284	0.324	0.334	0.365	0.313	0.432
Tb <sup>3+</sup>	0.049	0.037	0.036	0.034	0.048	0.051	0.055	0.056	0.050	0.053	0.056	0.054	0.061
Dy <sup>3+</sup>	0.260	0.235	0.238	0.229	0.264	0.246	0.254	0.257	0.207	0.241	0.243	0.237	0.226
Ho <sup>3+</sup>	0.033	0.034	0.036	0.032	0.031	0.029	0.027	0.021	0.022	0.024	0.031	0.025	0.021
Er <sup>3+</sup>	0.069	0.076	0.080	0.076	0.076	0.052	0.056	0.059	0.040	0.043	0.054	0.048	0.036
Tm <sup>3+</sup>	0.009	0.008	0.008	0.010	0.011	0.021	0.015	0.017	0.029	0.020	0.022	0.020	0.030
Yb <sup>3+</sup>	0.041	0.047	0.047	0.050	0.043	0.038	0.039	0.037	0.031	0.035	0.033	0.030	0.014
Lu <sup>3+</sup>	0.025	0.026	0.023	0.027	0.026	0.022	0.026	0.025	0.021	0.024	0.023	0.021	0.016
Pb <sup>2+</sup>	-	-	-	-	0.000	0.002	-	0.002	-	-	0.000	-	0.000
Ca <sup>2+</sup>	0.058	0.050	0.051	0.048	0.066	0.047	0.068	0.063	0.077	0.059	0.059	0.067	0.059
Ba <sup>2+</sup>	-	-	-	-	0.000	0.001	-	0.000	-	-	0.001	-	0.009
Total <i>A</i>	1.950	1.964	1.972	1.961	2.007	1.983	1.961	1.979	1.990	1.975	2.028	1.948	1.916
Ti <sup>4+</sup>	0.000	0.000	0.003	0.001	-	-	0.000	-	0.000	0.003	-	0.003	-
Fe <sup>2+</sup>	0.445	0.434	0.488	0.450	0.438	0.461	0.482	0.511	0.459	0.452	0.477	0.467	0.130
Mn <sup>2+</sup>	0.000	0.005	0.000	0.001	0.000	0.003	0.000	0.004	0.000	0.000	0.003	0.000	0.002
Mg <sup>2+</sup>	0.000	0.000	0.000	0.000	0.003	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Al <sup>3+</sup>	0.000	0.000	0.000	0.000	-	-	0.000	-	0.000	0.000	-	0.000	-
□	0.555	0.561	0.508	0.547	0.559	0.536	0.518	0.485	0.541	0.546	0.520	0.530	0.868
Total <i>M</i>	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
B <sup>3+</sup>	0.188	0.144	0.115	0.147	0.025	0.082	0.166	0.117	0.077	0.100	0.000	0.190	0.229
Be <sup>2+</sup>	1.812	1.856	1.885	1.853	1.975	1.918	1.834	1.883	1.923	1.900	2.029	1.810	1.771
Total <i>Q</i>	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.029	2.000	2.000
Si <sup>4+</sup>	1.983	1.988	1.987	1.987	1.983	1.986	1.984	1.989	1.969	1.973	1.997	1.976	1.909
P <sup>5+</sup>	0.003	0.002	0.003	0.004	0.003	0.002	0.003	0.005	0.006	0.003	0.003	0.003	0.005
As <sup>5+</sup>	0.015	0.010	0.010	0.010	0.014	0.011	0.013	0.006	0.025	0.024	0.000	0.021	0.086
Total <i>T</i>	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000
O <sup>2-</sup>	0.890	0.878	0.984	0.905	0.882	0.928	0.963	1.030	0.917	0.909	0.960	0.940	0.264
OH <sup>-</sup> <sub>calc</sub>	1.110	1.122	1.016	1.095	1.118	1.072	1.037	0.970	1.083	1.091	1.040	1.060	1.736
F <sup>-</sup>	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Total <i>φ</i>	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000