Table S1. Photochemical reactions.

Num.	Photochemical Reactions
1	$O_2 + hv \rightarrow O + O$
2	$O_3 + hv \rightarrow O_2 + O_{1D}$
3	$O_3 + hv \rightarrow O_2 + O$
4	$H_2O + hv \rightarrow H + OH$
5	$H_2O_2 + hv \rightarrow 2OH$
6	$NO_2 + hv \rightarrow NO + O$
7	$NO_3 + hv \rightarrow NO + O_2$
8	$NO_3 + hv \rightarrow NO_2 + O$
9	$N_2O_5 + hv \rightarrow NO_2 + NO_3$
10	$HNO_3 + hv \rightarrow OH + NO_2$
11	$HO_2NO_2 + hv \rightarrow HO_2 + NO_2$
12	$ClONO_2 + hv \rightarrow ClO + NO_2$
13	$ClONO_2 + hv \rightarrow Cl + NO_3$
14	$HOCl + hv \rightarrow OH + Cl$
15	$ClO_2 + hv \rightarrow O + ClO$
16	$Cl_2O_2 + hv \rightarrow 2Cl + O_2$
17	$BrO + hv \rightarrow Br + O$
18	$HOBr + hv \rightarrow Br + OH$
19	$BrONO_2 + hv \rightarrow Br + NO_3$
20	$BrONO_2 + hv \rightarrow BrO + NO_2$
21	$Br_2 + hv \rightarrow Br + Br$
22	$BrCl + hv \rightarrow Br + Cl$
23	$Cl_2 + hv \rightarrow Cl + Cl$
24	$HNO_2 + hv \rightarrow OH + NO$
25	$CH_2O + hv \rightarrow CO + products$
26	$CH_3OOH + hv \rightarrow CH_2O + HO_2 + OH$

Table S2. Thermochemical reactions.

Num.	Thermochemical Reactions
1	$O + O_2 + M \rightarrow O_3 + M$
2	$O + O + M \rightarrow O_2 + M$
3	$O + O_3 \rightarrow 2O_2$
4	$O_{1D} + O_3 \rightarrow 2O_2$
5	$O_{1D} + N_2 \rightarrow O + N_2$
6	$O_{1D} + O_2 \rightarrow O + O_2$
7	$O_{1D} + H_2O \rightarrow 2OH$
8	$O_{1D} + CH_4 \rightarrow CO + 2H_2O$
9	$OH + CH_4 \rightarrow CO + 2H_2O + HO_2$
10	$OH + O_3 \rightarrow O_2 + HO_2$
11	$OH + CO \rightarrow CO_2 + HO_2$
12	$OH + OH \rightarrow H_2O + O$
13	$OH + OH + M \rightarrow H_2O_2 + M$
14	$OH + HO_2 \rightarrow H_2O + O_2$
15	$HO_2 + O \rightarrow O_2 + OH$
16	$HO_2 + O_3 \rightarrow 2O_2 + OH$
17	$HO_2 + HO_2 \rightarrow H_2O_2 + O_2$
18	$HO_2 + HO_2 + M \rightarrow H_2O_2 + O_2 + M$
19	$OH + H_2O_2 \rightarrow H_2O + HO_2$
20	$O + H_2O_2 \rightarrow OH + HO_2$
21	$NO + O + M \rightarrow NO_2 + M$
22	$NO + O_3 \rightarrow NO_2 + O_2$

Table S2. *Cont.*

Num.	Thermochemical Reactions
23	$NO + OH + M \rightarrow HNO_2 + M$
24	$NO + HO_2 \rightarrow NO_2 + OH$
25	$NO_2 + O \rightarrow NO + O_2$
26	$NO_2 + O + M \rightarrow NO_3 + M$
27	$NO_2 + O_3 \rightarrow NO_3 + O_2$
28	$NO_2 + OH + M \rightarrow HNO_3 + M$
29	$HNO_2 + OH \rightarrow H_2O + NO_2$
30	$HNO_3 + OH \rightarrow H_2O + NO_3$
31	$NO_2 + HO_2 + M \rightarrow HO_2NO_2 + M$
32	$HO_2NO_2 + M \rightarrow NO_2 + HO_2 + M$
33	$HO_2NO_2 + OH \rightarrow NO_2 + H_2O + O_2$
34	$NO_2 + NO_3 + M \rightarrow N_2O_5 + M$
35	$N_2O_5 + M \rightarrow NO_2 + NO_3 + M$
36	$NO_3 + O \rightarrow NO_2 + O_2$
37	$NO_3 + OH \rightarrow NO_2 + HO_2$
38	$NO_3 + HO_2 \rightarrow OH + NO_2 + O_2$
39	$NO_3 + HO_2 \rightarrow HNO_3 + O_2$
40	$NO_3 + NO \rightarrow 2NO_2$
41	$Cl + O_3 \rightarrow ClO + O_2$
42	$Cl + HO_2 \rightarrow HCl + O_2$
43	$Cl + HO_2 \rightarrow ClO + OH$
44	$Cl + H_2O_2 \rightarrow HCl + HO_2$
45	$Cl + NO_3 \rightarrow NO_2 + ClO$
46	$Cl + CH_4 \rightarrow HCl + CO + HO_2 + H_2O$
47	$ClO + O \rightarrow Cl + O_2$
48	$ClO + OH \rightarrow Cl + HO_2$
49	$ClO + OH \rightarrow HCl + O_2$
50	$ClO + HO_2 \rightarrow HOCl + O_2$
51	$ClO + NO \rightarrow NO_2 + Cl$
52	$ClO + NO_2 + M \rightarrow ClONO_2 + M$
53	$ClONO_2 + O \rightarrow ClO + NO_3$
54	$ClONO_2 + OH \rightarrow HOCl + NO_3$
55	$ClO + NO_3 \rightarrow Cl + NO_2 + O_2$
56	$ClO + ClO \rightarrow Cl_2 + O_2$
57	$Cl_2 + OH \rightarrow HOCl + Cl$
58	$ClO + ClO \rightarrow Cl + OClO$
59	$OClO + O \rightarrow ClO + O_2$
60	$OClO + OH \rightarrow HOCl + O_2$
61	$OClO + NO \rightarrow ClO + NO_2$
62	$OClO + Cl \rightarrow ClO + ClO$
63	$OClO + Cl \rightarrow Cl_2 + O_2$
64	$ClO + ClO + M \rightarrow Cl_2O_2 + M$
65	$Cl_2O_2 + M \rightarrow 2ClO + M$
66	$HCl + O_{1D} \rightarrow Cl + OH$
67	$HCl + O \rightarrow Cl + OH$
68	$HCl + OH \rightarrow Cl + H_2O$
69	$HOCl + O \rightarrow ClO + OH$
70	$HOCl + OH \rightarrow ClO + H_2O$
71	$Br + O_3 \rightarrow BrO + O_2$
72	$Br + HO_2 \rightarrow HBr + O_2$
73	$Br + OClO \rightarrow BrO + ClO$
74	$BrO + O \rightarrow Br + O_2$
75	$Br_2 + OH \rightarrow HOBr + Br$
76	$BrO + OH \rightarrow Br + HO_2$

Table S2. *Cont.*

Num.	Thermochemical Reactions
77	$BrO + HO_2 \rightarrow HOBr + O_2$
78	$BrO + NO \rightarrow Br + NO_2$
79	$BrO + NO_2 + M \rightarrow BrONO_2 + M$
80	$BrO + ClO \rightarrow OClO + Br$
81	$BrO + ClO \rightarrow Br + Cl + O_2$
82	$BrO + ClO \rightarrow BrCl + O_2$
83	$BrO + BrO \rightarrow 2Br + O_2$
84	$BrO + BrO \rightarrow Br_2 + O_2$
85	$HBr + O_{1D} \rightarrow Br + OH$
86	$HBr + O \rightarrow Br + OH$
87	$HBr + OH \rightarrow Br + H_2O$
88	$HOBr + O \rightarrow BrO + OH$
89	$Br + BrONO_2 \rightarrow Br_2 + NO_3$
90	$Br + CH_4 \rightarrow HBr + CO$ + products
91	$O_{1D} + CH_4 \rightarrow CH_2O$ + products
92	$CH_2O + NO_3 \rightarrow HNO_3 + HO_2 + CO$
93	$CH_2O + Cl \rightarrow CO + HCl + HO_2$
94	$CH_2O + Br \rightarrow CO + HBr + HO_2$
95	$CH_3O_2 + O_3 \rightarrow CH_2O + HO_2 + O_2$
96	$CH_3O_2 + HO_2 \rightarrow CH_3COOH + O_2$
97	$CH_3O_2 + NO \rightarrow CH_2O + HO_2 + NO_2$
98	$CH_3COOH + OH \rightarrow CH_2O + OH + H_2O$
99	$CH_3COOH + OH \rightarrow CH_3O_2 + H_2O$