CHEMICAL KINETIC DATA FOR STRATOSPHERIC MODELING

The present compilation of kinetic data represents the 12th evaluation prepared by the NASA Panel for Data Evaluation. The Panel was established in 1977 by the NASA Upper Atmosphere Research Program Office for the purpose of providing a critical tabulation of the latest kinetic and photochemical data for use by modelers in computer simulations of stratospheric chemistry. The recommended rate data and cross sections are based on laboratory measurements. The major use of theoretical extrapolation of data is in connection with three–body reactions, in which the required pressure or temperature dependence is sometimes unavailable from laboratory measurements, and can be estimated by use of appropriate theoretical treatment. In the case of important rate constants for which no experimental data are available, the panel may provide estimates of rate constant parameters based on analogy to similar reactions for which data are available.

Rate constants are expressed in the form $k(T) = A \exp(-E/RT)$, where A is the pre–exponential factor, E the activation energy, R the gas constant, and T the absolute temperature. Uncertainties are expressed by the factor f, e.g., a value of 4.2×10^{-10} with $f = 2$ indicates that the true value is believed to lie between 2.1×10^{-10} and 8.4×10^{-10}. The value of f at other temperatures may be calculated from $f(298)$, given in the last column, by:

$$f(T) = f(298)\exp[(\Delta E/R)(1/T - 1/298)] ,$$

where $\Delta E/R$ is the uncertainty in E/R.

Table 1 covers rate constant data on second order reactions, grouped by class, while Table 2 covers association reactions. Relevant equilibrium constant data are given in Table 3. All concentrations are measured in molecules cm^{-3}. Notes on each reaction, as well as related photochemical data, may be found in the reference.

The assistance of Robert Hampson is gratefully acknowledged.

Reference

DeMore, W. B., Sander, S. P., Golden, D. M., Hampson, R. F., Kurylo, M. J., Howard, C. J., Ravishankara, A. R., Kolb, C. E., and Molina, M. J., *Chemical Kinetics and Photochemical Data for Use in Atmospheric Modeling. Evaluation Number 12*, Jet Propulsion Laboratory Publication 97–4, Pasadena CA, 1997.

The report is also available at the World Wide Web site < http://remus.jpl.nasa.gov/pub/jpl97>.

TABLE 1. Rate Constants for Second Order Reactions

Reaction	A cm^3 molecule^{-1} s^{-1}	E/R K	k (298 K) cm^3 molecule^{-1} s^{-1}	$f(298)$
O_x Reactions				
$O + O_3 \rightarrow O_2 + O_2$	8.0×10^{-12}	2060±250	8.0×10^{-15}	1.15
$O(^1D)$ Reactions				
$O(^1D) + O_2 \rightarrow O + O_2$	3.2×10^{-11}	–(70±100)	4.0×10^{-11}	1.2
$O(^1D) + O_3 \rightarrow O_2 + O_2$	1.2×10^{-10}	0±100	1.2×10^{-10}	1.3
$\rightarrow O_2 + O + O$	1.2×10^{-10}	0±100	1.2×10^{-10}	1.3
$O(^1D) + H_2 \rightarrow OH + H$	1.1×10^{-10}	0±100	1.1×10^{-10}	1.1
$O(^1D) + H_2O \rightarrow OH + OH$	2.2×10^{-10}	0±100	2.2×10^{-10}	1.2
$O(^1D) + N_2 \rightarrow O + N_2$	1.8×10^{-11}	–(110±100)	2.6×10^{-11}	1.2
$O(^1D) + N_2O \rightarrow N_2 + O_2$	4.9×10^{-11}	0±100	4.9×10^{-11}	1.3
$\rightarrow NO + NO$	6.7×10^{-11}	0±100	6.7×10^{-11}	1.3
$O(^1D) + NH_3 \rightarrow OH + NH_2$	2.5×10^{-10}	0±100	2.5×10^{-10}	1.3
$O(^1D) + CO_2 \rightarrow O + CO_2$	7.4×10^{-11}	–(120±100)	1.1×10^{-10}	1.2
$O(^1D) + CH_4 \rightarrow$ products	1.5×10^{-10}	0±100	1.5×10^{-10}	1.2
$O(^1D) + HCl \rightarrow$ products	1.5×10^{-10}	0±100	1.5×10^{-10}	1.2
$O(^1D) + HF \rightarrow OH + F$	1.4×10^{-10}	0±100	1.4×10^{-10}	2.0
$O(^1D) + HBr \rightarrow$ products	1.5×10^{-10}	0±100	1.5×10^{-10}	2.0
$O(^1D) + Cl_2 \rightarrow$ products	2.8×10^{-10}	0±100	2.8×10^{-10}	2.0
$O(^1D) + CCl_2O \rightarrow$ products	3.6×10^{-10}	0±100	3.6×10^{-10}	2.0
$O(^1D) + CClFO \rightarrow$ products	1.9×10^{-10}	0±100	1.9×10^{-10}	2.0
$O(^1D) + CF_2O \rightarrow$ products	7.4×10^{-11}	0±100	7.4×10^{-11}	2.0
$O(^1D) + CCl_4 \rightarrow$ products (CFC–10)	3.3×10^{-10}	0±100	3.3×10^{-10}	1.2
$O(^1D) + CH_3Br \rightarrow$ products	1.8×10^{-10}	0±100	1.8×10^{-10}	1.3
$O(^1D) + CH_2Br_2 \rightarrow$ products	2.7×10^{-10}	0±100	2.7×10^{-10}	1.3
$O(^1D) + CHBr_3 \rightarrow$ products	6.6×10^{-10}	0±100	6.6×10^{-10}	1.5
$O(^1D) + CH_3F \rightarrow$ products (HFC–41)	1.5×10^{-10}	0±100	1.5×10^{-10}	1.2
$O(^1D) + CH_2F_2 \rightarrow$ products (HFC–32)	5.1×10^{-11}	0±100	5.1×10^{-11}	1.3
$O(^1D) + CHF_3 \rightarrow$ products (HFC–23)	9.1×10^{-12}	0±100	9.1×10^{-12}	1.2

Reaction	A cm^3 molecule^{-1} s^{-1}	E/R K	k (298 K) cm^3 molecule^{-1} s^{-1}	$f(298)$
$O(^1D) + CHCl_2F \rightarrow$ products (HCFC–21)	1.9×10^{-10}	0±100	1.9×10^{-10}	1.3
$O(^1D) + CHClF_2 \rightarrow$ products (HCFC–22)	1.0×10^{-10}	0±100	1.0×10^{-10}	1.2
$O(^1D) + CCl_3F \rightarrow$ products (CFC–11)	2.3×10^{-10}	0±100	2.3×10^{-10}	1.2
$O(^1D) + CCl_2F_2 \rightarrow$ products (CFC–12)	1.4×10^{-10}	0±100	1.4×10^{-10}	1.3
$O(^1D) + CClF_3 \rightarrow$ products (CFC–13)	8.7×10^{-11}	0±100	8.7×10^{-11}	1.3
$O(^1D) + CClBrF_2 \rightarrow$ products (Halon–1211)	1.5×10^{-10}	0±100	1.5×10^{-10}	1.3
$O(^1D) + CBr_2F_2 \rightarrow$ products (Halon–1202)	2.2×10^{-10}	0±100	2.2×10^{-10}	1.3
$O(^1D) + CBrF_3 \rightarrow$ products (Halon–1301)	1.0×10^{-10}	0±100	1.0×10^{-10}	1.3
$O(^1D) + CF_4 \rightarrow CF_4 + O$ (CFC–14)	–	–	2.0×10^{-14}	1.5
$O(^1D) + CH_3CH_2F \rightarrow$ products (HFC–161)	2.6×10^{-10}	0±100	2.6×10^{-10}	1.3
$O(^1D) + CH_3CHF_2 \rightarrow$ products (HFC–152a)	2.0×10^{-10}	0±100	2.0×10^{-10}	1.3
$O(^1D) + CH_3CCl_2F \rightarrow$ products (HCFC–141b)	2.6×10^{-10}	0±100	2.6×10^{-10}	1.3
$O(^1D) + CH_3CClF_2 \rightarrow$ products (HCFC–142b)	2.2×10^{-10}	0±100	2.2×10^{-10}	1.3
$O(^1D) + CH_3CF_3 \rightarrow$ products (HFC–143a)	1.0×10^{-10}	0±100	1.0×10^{-10}	3.0
$O(^1D) + CH_2ClCCl_2F \rightarrow$ products (HCFC–132b)	1.6×10^{-10}	0±100	1.6×10^{-10}	2.0
$O(^1D) + CH_2ClCF_3 \rightarrow$ products (HCFC–133a)	1.2×10^{-10}	0±100	1.2×10^{-10}	1.3
$O(^1D) + CH_2FCF_3 \rightarrow$ products (HFC–134a)	4.9×10^{-11}	0±100	4.9×10^{-11}	1.3
$O(^1D) + CHCl_2CF_3 \rightarrow$ products (HCFC–123)	2.0×10^{-10}	0±100	2.0×10^{-10}	1.3
$O(^1D) + CHClFCF_3 \rightarrow$ products (HCFC–124)	8.6×10^{-11}	0±100	8.6×10^{-11}	1.3
$O(^1D) + CHF_2CF_3 \rightarrow$ products (HFC–125)	1.2×10^{-10}	0±100	1.2×10^{-10}	2.0
$O(^1D) + CCl_3CF_3 \rightarrow$ products (CFC–113a)	2×10^{-10}	0±100	2×10^{-10}	2.0
$O(^1D) + CCl_2FCClF_2 \rightarrow$ products (CFC–113)	2×10^{-10}	0±100	2×10^{-10}	2.0
$O(^1D) + CCl_2FCF_3 \rightarrow$ products (CFC–114a)	1×10^{-10}	0±100	1×10^{-10}	2.0
$O(^1D) + CClF_2CClF_2 \rightarrow$ products (CFC–114)	1.3×10^{-10}	0±100	1.3×10^{-10}	1.3
$O(^1D) + CClF_2CF_3 \rightarrow$ products (CFC–115)	5×10^{-11}	0±100	5×10^{-11}	1.3
$O(^1D) + CBrF_2CBrF_2 \rightarrow$ products (Halon–2402)	1.6×10^{-10}	0±100	1.6×10^{-10}	1.3
$O(^1D) + CF_3CF_3 \rightarrow O + CF_3CF_3$ (CFC–116)	–	–	1.5×10^{-13}	1.5
$O(^1D) + CHF_2CF_2CF_2CHF_2 \rightarrow$ products (HFC–338pcc)	1.8×10^{-11}	0±100	1.8×10^{-11}	1.5
$O(^1D) + c\text{–}C_4F_8 \rightarrow$ products	–	–	8×10^{-13}	1.3
$O(^1D) + CF_3CHFCHFCF_2CF_3 \rightarrow$ products (HFC–43–10mee)	2.1×10^{-10}	0±100	2.1×10^{-10}	4
$O(^1D) + C_5F_{12} \rightarrow$ products (CFC–41–12)	–	–	3.9×10^{-13}	2
$O(^1D) + C_6F_{14} \rightarrow$ products (CFC–51–14)	–	–	1×10^{-12}	2
$O(^1D) + 1,2\text{–}(CF_3)_2c\text{–}C_4F_6 \rightarrow$ products	–	–	2.8×10^{-13}	2
$O(^1D) + SF_6 \rightarrow$ products	–	–	1.8×10^{-14}	1.5
Singlet O_2 Reactions				
$O_2(^1\Delta) + O \rightarrow$ products	–	–	$<2\times10^{-16}$	–
$O_2(^1\Delta) + O_2 \rightarrow$ products	3.6×10^{-18}	220±100	1.7×10^{-18}	1.2
$O_2(^1\Delta) + O_3 \rightarrow O + 2O_2$	5.2×10^{-11}	2840±500	3.8×10^{-15}	1.2
$O_2(^1\Delta) + H_2O \rightarrow$ products	–	–	4.8×10^{-18}	1.5
$O_2(^1\Delta) + N \rightarrow NO + O$	–	–	$<9\times10^{-17}$	–
$O_2(^1\Delta) + N_2 \rightarrow$ products	–	–	$<10^{-20}$	–
$O_2(^1\Delta) + CO_2 \rightarrow$ products	–	–	$<2\times10^{-20}$	–
$O_2(^1\Sigma) + O \rightarrow$ products	–	–	8×10^{-14}	5.0
$O_2(^1\Sigma) + O_2 \rightarrow$ products	–	–	3.9×10^{-17}	1.5
$O_2(^1\Sigma) + O_3 \rightarrow$ products	2.2×10^{-11}	0±200	2.2×10^{-11}	1.2
$O_2(^1\Sigma) + H_2O \rightarrow$ products	–	–	5.4×10^{-12}	1.3
$O_2(^1\Sigma) + N \rightarrow$ products	–	–	$<10^{-13}$	–
$O_2(^1\Sigma) + N_2 \rightarrow$ products	2.1×10^{-15}	0±200	2.1×10^{-15}	1.2
$O_2(^1\Sigma) + CO_2 \rightarrow$ products	4.2×10^{-13}	0±200	4.2×10^{-13}	1.2
HO_x Reactions				
$O + OH \rightarrow O_2 + H$	2.2×10^{-11}	–(120±100)	3.3×10^{-11}	1.2
$O + HO_2 \rightarrow OH + O_2$	3.0×10^{-11}	–(200±100)	5.9×10^{-11}	1.2
$O + H_2O_2 \rightarrow OH + HO_2$	1.4×10^{-12}	2000±1000	1.7×10^{-15}	2.0
$H + O_3 \rightarrow OH + O_2$	1.4×10^{-10}	470±200	2.9×10^{-11}	1.25
$H + HO_2 \rightarrow$ products	8.1×10^{-11}	0±100	8.1×10^{-11}	1.3
$OH + O_3 \rightarrow HO_2 + O_2$	1.6×10^{-12}	940±300	6.8×10^{-14}	1.3
$OH + H_2 \rightarrow H_2O + H$	5.5×10^{-12}	2000±100	6.7×10^{-15}	1.1

Reaction	*A* cm³ molecule⁻¹ s⁻¹	*E*/*R* K	*k* (298 K) cm³ molecule⁻¹ s⁻¹	*f*(298)
$OH + HD \rightarrow$ products	5.0×10^{-12}	2130±200	4.0×10^{-15}	1.2
$OH + OH \rightarrow H_2O + O$	4.2×10^{-12}	240±240	1.9×10^{-12}	1.4
$OH + HO_2 \rightarrow H_2O + O_2$	4.8×10^{-11}	−(250±200)	1.1×10^{-10}	1.3
$OH + H_2O_2 \rightarrow H_2O + HO_2$	2.9×10^{-12}	160±100	1.7×10^{-12}	1.2
$HO_2 + O_3 \rightarrow OH + 2O_2$	1.1×10^{-14}	500±	2.0×10^{-15}	1.3
$HO_2 + HO_2 \rightarrow H_2O_2 + O_2$	2.3×10^{-13}	−(600±200)	1.7×10^{-12}	1.3
$H_2O_2 + O_2$	1.7×10^{-33}[M]	−(1000±400)	4.9×10^{-32}[M]	1.3
NO_x Reactions				
$O + NO_2 \rightarrow NO + O_2$	6.5×10^{-12}	−(120±120)	9.7×10^{-12}	1.1
$O + NO_3 \rightarrow O_2 + NO_2$	1.0×10^{-11}	0±150	1.0×10^{-11}	1.5
$O + N_2O_5 \rightarrow$ products			$<3.0\times10^{-16}$	
$O + HNO_3 \rightarrow OH + NO_3$			$<3.0\times10^{-17}$	
$O + HO_2NO_2 \rightarrow$ products	7.8×10^{-11}	3400±750	8.6×10^{-16}	3.0
$H + NO_2 \rightarrow OH + NO$	4.0×10^{-10}	340±300	1.3×10^{-10}	1.3
$OH + NO_3 \rightarrow$ products			2.2×10^{-11}	1.5
$OH + HONO \rightarrow H_2O + NO_2$	1.8×10^{-11}	390±	4.5×10^{-12}	1.5
$OH + HNO_3 \rightarrow H_2O + NO_3$	See reference	1.3		
$OH + HO_2NO_2 \rightarrow$ products	1.3×10^{-12}	−(380±)	4.6×10^{-12}	1.5
$OH + NH_3 \rightarrow H_2O + NH_2$	1.7×10^{-12}	710±200	1.6×10^{-13}	1.2
$HO_2 + NO \rightarrow NO_2 + OH$	3.5×10^{-12}	−(250±50)	8.1×10^{-12}	1.15
$HO_2 + NO_2 \rightarrow HONO + O_2$	See reference			
$HO_2 + NO_3 \rightarrow$ products			3.5×10^{-12}	1.5
$HO_2 + NH_2 \rightarrow$ products			3.4×10^{-11}	2.0
$N + O_2 \rightarrow NO + O$	1.5×10^{-11}	3600±400	8.5×10^{-17}	1.25
$N + O_3 \rightarrow NO + O_2$			$<2.0\times10^{-16}$	
$N + NO \rightarrow N_2 + O$	2.1×10^{-11}	−(100±100)	3.0×10^{-11}	1.3
$N + NO_2 \rightarrow N_2O + O$	5.8×10^{-12}	−(220±100)	1.2×10^{-11}	1.5
$NO + O_3 \rightarrow NO_2 + O_2$	2.0×10^{-12}	1400±200	1.8×10^{-14}	1.1
$NO + NO_3 \rightarrow 2NO_2$	1.5×10^{-11}	−(170±100)	2.6×10^{-11}	1.3
$NO_2 + O_3 \rightarrow NO_3 + O_2$	1.2×10^{-13}	2450±150	3.2×10^{-17}	1.15
$NO_2 + NO_3 \rightarrow NO + NO_2 + O_2$	See reference			
$NO_3 + NO_3 \rightarrow 2NO_2 + O_2$	8.5×10^{-13}	2450±500	2.3×10^{-16}	1.5
$NH_2 + O_2 \rightarrow$ products			$<6.0\times10^{-21}$	
$NH_2 + O_3 \rightarrow$ products	4.3×10^{-12}	930±500	1.9×10^{-13}	3.0
$NH_2 + NO \rightarrow$ products	4.0×10^{-12}	−(450±150)	1.8×10^{-11}	1.3
$NH_2 + NO_2 \rightarrow$ products	2.1×10^{-12}	−(650±250)	1.9×10^{-11}	3.0
$NH + NO \rightarrow$ products	4.9×10^{-11}	0±300	4.9×10^{-11}	1.5
$NH + NO_2 \rightarrow$ products	3.5×10^{-13}	−(1140±500)	1.6×10^{-11}	2.0
$O_3 + HNO_2 \rightarrow O_2 + HNO_3$			$<5.0\times10^{-19}$	
$N_2O_5 + H_2O \rightarrow 2HNO_3$			$<2.0\times10^{-21}$	
$N_2(A,v) + O_2 \rightarrow$ products			2.5×10^{-12}, v=0	1.5
$N_2(A,v) + O_3 \rightarrow$ products			4.1×10^{-11}, v=0	2.0
Reactions of Organic Compounds				
$O + CH_3 \rightarrow$ products	1.1×10^{-10}	0±250	1.1×10^{-10}	1.3
$O + HCN \rightarrow$ products	1.0×10^{-11}	4000±1000	1.5×10^{-17}	10
$O + C_2H_2 \rightarrow$ products	3.0×10^{-11}	1600±250	1.4×10^{-13}	1.3
$O + H_2CO \rightarrow$ products	3.4×10^{-11}	1600±250	1.6×10^{-13}	1.25
$O + CH_3CHO \rightarrow CH_3CO + OH$	1.8×10^{-11}	1100±200	4.5×10^{-13}	1.25
$O_3 + C_2H_2 \rightarrow$ products	1.0×10^{-14}	4100±500	1.0×10^{-20}	3
$O_3 + C_2H_4 \rightarrow$ products	1.2×10^{-14}	2630±100	1.7×10^{-18}	1.25
$O_3 + C_3H_6 \rightarrow$ products	6.5×10^{-15}	1900±200	1.1×10^{-17}	1.2
$OH + CO \rightarrow$ products	1.5×10^{-13} x $(1+0.6P_{atm})$	0±300	1.5×10^{-13} x $(1+0.6P_{atm})$	1.3
$OH + CH_4 \rightarrow CH_3 + H_2O$	2.45×10^{-12}	1775±100	6.3×10^{-15}	1.1
$OH + {}^{13}CH_4 \rightarrow {}^{13}CH_3 + H_2O$	See reference			
$OH + CH_3D \rightarrow$ products	3.5×10^{-12}	1950 ± 200	5.0×10^{-15}	1.15
$OH + H_2CO \rightarrow H_2O + HCO$	1.0×10^{-11}	0±200	1.0×10^{-11}	1.25

Reaction	*A* cm³ molecule⁻¹ s⁻¹	*E*/*R* K	*k* (298 K) cm³ molecule⁻¹ s⁻¹	*f*(298)
$OH + CH_3OH \rightarrow$ products	6.7×10^{-12}	600±300	8.9×10^{-13}	1.2
$OH + CH_3OOH \rightarrow$ products	3.8×10^{-12}	–(200±200)	7.4×10^{-12}	1.5
$OH + HC(O)OH \rightarrow$ products	4.0×10^{-13}	0±200	4.0×10^{-13}	1.3
$OH + HCN \rightarrow$ products	1.2×10^{-13}	400±150	3.1×10^{-14}	3
$OH + C_2H_6 \rightarrow H_2O + C_2H_5$	8.7×10^{-12}	1070±100	2.4×10^{-13}	1.1
$OH + C_3H_8 \rightarrow H_2O + C_3H_7$	1.0×10^{-11}	660±100	1.1×10^{-12}	1.2
$OH + CH_3CHO \rightarrow CH_3CO + H_2O$	5.6×10^{-12}	–(270±200)	1.4×10^{-11}	1.2
$OH + C_2H_5OH \rightarrow$ products	7.0×10^{-12}	235±100	3.2×10^{-12}	1.3
$OH + CH_3C(O)OH \rightarrow$ products	4.0×10^{-13}	–(200±400)	8.0×10^{-13}	1.3
$OH + CH_3C(O)CH_3 \rightarrow CH_3C(O)CH_2 + H_2O$	2.2×10^{-12}	685±100	2.2×10^{-13}	1.15
$OH + CH_3CN \rightarrow$ products	7.8×10^{-13}	1050±200	2.3×10^{-14}	1.5
$OH + CH_3ONO_2 \rightarrow$ products	5.0×10^{-13}	890±500	2.4×10^{-14}	3
$OH + CH_3C(O)O_2NO_2$ (PAN)→ products			$<4\times10^{-14}$	
$OH + C_2H_5ONO_2 \rightarrow$ products	8.2×10^{-13}	450±300	1.8×10^{-13}	3
$HO_2 + CH_2O \rightarrow$ adduct	6.7×10^{-15}	–(600±600)	5.0×10^{-14}	5
$HO_2 + CH_3O_2 \rightarrow CH_3OOH + O_2$	3.8×10^{-13}	–(800±400)	5.6×10^{-12}	2
$HO_2 + C_2H_5O_2 \rightarrow C_2H_5OOH + O_2$	7.5×10^{-13}	–(700±250)	8.0×10^{-12}	1.5
$HO_2 + CH_3C(O)O_2 \rightarrow$ products	4.5×10^{-13}	–(1000±600)	1.3×10^{-11}	2
$NO_3 + CO \rightarrow$ products			$<4.0\times10^{-19}$	
$NO_3 + CH_2O \rightarrow$ products			5.8×10^{-16}	1.3
$NO_3 + CH_3CHO \rightarrow$ products	1.4×10^{-12}	1900±300	2.4×10^{-15}	1.3
$CH_3 + O_2 \rightarrow$ products			$<3.0\times10^{-16}$	
$CH_3 + O_3 \rightarrow$ products	5.4×10^{-12}	220±150	2.6×10^{-12}	2
$HCO + O_2 \rightarrow CO + HO_2$	3.5×10^{-12}	–(140±140)	5.5×10^{-12}	1.3
$CH_2OH + O_2 \rightarrow CH_2O + HO_2$	9.1×10^{-12}	0±200	9.1×10^{-12}	1.3
$CH_3O + O_2 \rightarrow CH_2O + HO_2$	3.9×10^{-14}	900±300	1.9×10^{-15}	1.5
$CH_3O + NO \rightarrow CH_2O + HNO$	See reference			
$CH_3O + NO_2 \rightarrow CH_2O + HONO$	1.1×10^{-11}	1200±600	2.0×10^{-13}	5
$CH_3O_2 + O_3 \rightarrow$ products			$<3.0\times10^{-17}$	
$CH_3O_2 + CH_3O_2 \rightarrow$ products	2.5×10^{-13}	–(190±190)	4.7×10^{-13}	1.5
$CH_3O_2 + NO \rightarrow CH_3O + NO_2$	3.0×10^{-12}	–(280±60)	7.7×10^{-12}	1.15
$CH_3O_2 + CH_3C(O)O_2 \rightarrow$ products	1.3×10^{-12}	–(640±200)	1.1×10^{-11}	1.5
$C_2H_5 + O_2 \rightarrow C_2H_4 + HO_2$			$<2.0\times10^{-14}$	
$C_2H_5O + O_2 \rightarrow CH_3CHO + HO_2$	6.3×10^{-14}	550±200	1.0×10^{-14}	1.5
$C_2H_5O_2 + C_2H_5O_2 \rightarrow$ products	6.8×10^{-14}	0±300	6.8×10^{-14}	2
$C_2H_5O_2 + NO \rightarrow$ products	2.6×10^{-12}	–(365±150)	8.7×10^{-12}	1.2
$CH_3C(O)O_2 + CH_3C(O)O_2 \rightarrow$ products	2.9×10^{-12}	–(500±150)	1.5×10^{-11}	1.5
$CH_3C(O)O_2 + NO \rightarrow$ products	5.3×10^{-12}	–(360±150)	1.8×10^{-11}	1.4
FO_x Reactions				
$O + FO \rightarrow F + O_2$	2.7×10^{-11}	0±250	2.7×10^{-11}	3.0
$O + FO_2 \rightarrow FO + O_2$	5.0×10^{-11}	0±250	5.0×10^{-11}	5.0
$OH + CH_3F \rightarrow CH_2F + H_2O$ (HFC–41)	3.0×10^{-12}	1500±300	2.0×10^{-14}	1.1
$OH + CH_2F_2 \rightarrow CHF_2 + H_2O$ (HFC–32)	1.9×10^{-12}	1550±200	1.0×10^{-14}	1.2
$OH + CHF_3 \rightarrow CF_3 + H_2O$ (HFC–23)	1.0×10^{-12}	2440±200	2.8×10^{-16}	1.3
$OH + CF_3OH \rightarrow CF_3O + H_2O$			$<2\times10^{-17}$	
$OH + CH_3CH_2F \rightarrow$ products (HFC–161)	7.0×10^{-12}	1100±300	1.7×10^{-13}	1.4
$OH + CH_3CHF_2 \rightarrow$ products (HFC–152a)	2.4×10^{-12}	1260±200	3.5×10^{-14}	1.2
$OH + CH_2FCH_2F \rightarrow CHFCH_2F$ (HFC–152) + H_2O	1.7×10^{-11}	1500±500	1.1×10^{-13}	2.0
$OH + CH_3CF_3 \rightarrow CH_2CF_3 + H_2O$ (HFC–143a)	1.8×10^{-12}	2170±150	1.2×10^{-15}	1.1
$OH + CH_2FCHF_2 \rightarrow$ products (HFC–143)	4.0×10^{-12}	1650±300	1.6×10^{-14}	1.5
$OH + CH_2FCF_3 \rightarrow CHFCF_3 + H_2O$ (HFC–134a)	1.5×10^{-12}	1750±200	4.2×10^{-15}	1.1
$OH + CHF_2CHF_2 \rightarrow CF_2CHF_2$ (HFC–134) + H_2O	1.6×10^{-12}	1680±300	5.7×10^{-15}	2.0
$OH + CHF_2CF_3 \rightarrow CF_2CF_3 + H_2O$ (HFC–125)	5.6×10^{-13}	1700±300	1.9×10^{-15}	1.3
$OH + CH_3OCHF_2 \rightarrow$ products (HFOC–152a)	6.0×10^{-12}	1530±150	3.5×10^{-14}	1.2
$OH + CF_3OCH_3 \rightarrow CF_3OCH_2 + H_2O$ (HFOC–143a)	1.5×10^{-12}	1450±150	1.2×10^{-14}	1.1
$OH + CF_2HOCF_2H \rightarrow CF_2OCF_2H$ (HFOC–134) + H_2O	1.9×10^{-12}	2000±150	2.3×10^{-15}	1.2
$OH + CF_3OCHF_2 \rightarrow CF_3OCF_2 + H_2O$ (HFOC–125)	4.7×10^{-13}	2100±300	4.1×10^{-16}	1.2

Reaction	*A* cm³ molecule⁻¹ s⁻¹	*E*/*R* K	*k* (298 K) cm³ molecule⁻¹ s⁻¹	*f*(298)
OH + $CF_3CH_2CH_3$ → products (HFC–263fb)	–	–	4.2×10^{-14}	1.5
OH + $CH_2FCF_2CHF_2$ → products (HFC–245ca)	2.4×10^{-12}	1660±150	9.1×10^{-15}	1.3
OH + $CHF_2CHFCHF_2$ → products (HFC–245ea)	–	–	1.6×10^{-14}	2.0
OH + CF_3CHFCH_2F → products (HFC–245eb)	–	–	1.5×10^{-14}	2.0
OH + $CHF_2CH_2CF_3$ → products (HFC–245fa)	6.1×10^{-13}	1330±150	7.0×10^{-15}	1.2
OH + $CF_3CF_2CH_2F$ → CF_3CF_2CHF (HFC–236cb) +H_2O	1.5×10^{-12}	1750±500	4.2×10^{-15}	2.0
OH + $CF_3CHFCHF_2$ → products (HFC–236ea)	1.1×10^{-12}	1590±150	5.3×10^{-15}	1.1
OH + $CF_3CH_2CF_3$ → CF_3CHCF_3 (HFC–236fa) +H_2O	1.3×10^{-12}	2480±150	3.2×10^{-16}	1.1
OH + CF_3CHFCF_3 → CF_3CFCF_3+H_2O (HFC–227ea)	5.0×10^{-13}	1700±300	1.7×10^{-15}	1.1
OH + $CHF_2OCH_2CF_3$ → products (HFOC–245fa)	2.6×10^{-12}	1610±150	1.2×10^{-14}	2.0
OH + $CF_3CH_2CF_2CH_3$ → products (HFC–365mfc)	2.0×10^{-12}	1750±200	5.7×10^{-15}	1.3
OH + $CF_3CH_2CH_2CF_3$ → products (HFC–356mff)	3.0×10^{-12}	1800±300	7.1×10^{-15}	1.3
OH + $CF_3CF_2CH_2CH_2F$ → products (HFC–356mcf)	1.7×10^{-12}	1110±200	4.2×10^{-14}	2.0
OH + $CHF_2CF_2CF_2CF_2H$ → products (HFC–338pcc)	7.8×10^{-13}	1530±200	4.6×10^{-15}	1.5
OH + $CF_3CH_2CF_2CH_2CF_3$ → products (HFC–458mfcf)	1.2×10^{-12}	1830±200	2.6×10^{-15}	2.0
OH + $CF_3CHFCHFCF_2CF_3$ → products (HFC–43–10mee)	5.2×10^{-13}	1500±300	3.4×10^{-15}	1.3
OH + $CF_3CF_2CH_2CH_2CF_2CF_3$ → (HFC–55–10–mcff) products	–	–	8.3×10^{-15}	1.5
F + O_3 → FO + O_2	2.2×10^{-11}	230±200	1.0×10^{-11}	1.5
F + H_2 → HF + H	1.4×10^{-10}	500±200	2.6×10^{-11}	1.2
F + H_2O → HF + OH	1.4×10^{-11}	0±200	1.4×10^{-11}	1.3
F + HNO_3 → HF + NO_3	6.0×10^{-12}	–(400±200)	2.3×10^{-11}	1.3
F + CH_4 → HF + CH_3	1.6×10^{-10}	260±200	6.7×10^{-11}	1.4
FO + O_3 → products			$<1\times10^{-14}$	
FO + NO → NO_2 + F	8.2×10^{-12}	–(300±200)	2.2×10^{-11}	1.5
FO + FO → 2 F + O_2	1.0×10^{-11}	0±250	1.0×10^{-11}	1.5
FO_2 + O_3 → products			$<3.4\times10^{-16}$	
FO_2 + NO → FNO + O_2	7.5×10^{-12}	690±400	7.5×10^{-13}	2.0
FO_2 + NO_2 → products	3.8×10^{-11}	2040±500	4.0×10^{-14}	2.0
FO_2 + CO → products			$<5.1\times10^{-16}$	
FO_2 + CH_4 → products			$<2\times10^{-16}$	
CF_3O + O_2 → FO_2 + CF_2O	$<3\times10^{-11}$	5000	$<1.5\times10^{-18}$	
CF_3O + O_3 → CF_3O_2 + O_2	2×10^{-12}	1400±600	1.8×10^{-14}	1.3
CF_3O + H_2O → OH + CF_3OH	3×10^{-12}	>3600	$<2\times10^{-17}$	
CF_3O + NO → CF_2O + FNO	3.7×10^{-11}	–(110±70)	5.4×10^{-11}	1.2
CF_3O + NO_2 → products	See reference			
CF_3O + CO → products			$<2\times10^{-15}$	
CF_3O + CH_4 → CH_3 + CF_3OH	2.6×10^{-12}	1420±200	2.2×10^{-14}	1.1
CF_3O + C_2H_6 → C_2H_5 + CF_3OH	4.9×10^{-12}	400±100	1.3×10^{-12}	1.2
CF_3O_2 + O_3 → CF_3O + $2O_2$			$<3\times10^{-15}$	
CF_3O_2 + CO → CF_3O + CO_2			$<5\times10^{-16}$	
CF_3O_2 + NO → CF_3O + NO_2	5.4×10^{-12}	–(320±150)	1.6×10^{-11}	1.1
ClO_x Reactions				
O + ClO → Cl + O_2	3.0×10^{-11}	–(70±70)	3.8×10^{-11}	1.2
O + OClO → ClO + O_2	2.4×10^{-12}	960±300	1.0×10^{-13}	2.0
O + Cl_2O → ClO + ClO	2.7×10^{-11}	530±150	4.5×10^{-12}	1.3
O + HCl → OH + Cl	1.0×10^{-11}	3300±350	1.5×10^{-16}	2.0
O + HOCl → OH + ClO	1.7×10^{-13}	0±300	1.7×10^{-13}	3.0
O + $ClONO_2$ → products	2.9×10^{-12}	800±200	2.0×10^{-13}	1.5
O_3 + OClO → products	2.1×10^{-12}	4700±1000	3.0×10^{-19}	2.5
O_3 + Cl_2O_2 → products	–	–	$<1.0\times10^{-19}$	–
OH + Cl_2 → HOCl + Cl	1.4×10^{-12}	900±400	6.7×10^{-14}	1.2
OH + ClO → products	1.1×10^{-11}	–(120±150)	1.7×10^{-11}	1.5
OH + OClO → HOCl + O_2	4.5×10^{-13}	–(800±200)	6.8×10^{-12}	2.0
OH + HCl → H_2O + Cl	2.6×10^{-12}	350±100	8.0×10^{-13}	1.2
OH + HOCl → H_2O + ClO	3.0×10^{-12}	500±500	5.0×10^{-13}	3.0
OH + $ClNO_2$ → HOCl + NO_2	2.4×10^{-12}	1250±300	3.6×10^{-14}	2.0
OH + $ClONO_2$ → products	1.2×10^{-12}	330±200	3.9×10^{-13}	1.5

Reaction	A cm^3 molecule^{-1} s^{-1}	E/R K	k (298 K) cm^3 molecule^{-1} s^{-1}	f(298)
$OH + CH_3Cl \rightarrow CH_2Cl + H_2O$	4.0×10^{-12}	1400±250	3.6×10^{-14}	1.2
$OH + CH_2Cl_2 \rightarrow CHCl_2 + H_2O$	3.8×10^{-12}	1050±150	1.1×10^{-13}	1.4
$OH + CHCl_3 \rightarrow CCl_3 + H_2O$	2.0×10^{-12}	900±150	1.0×10^{-13}	1.2
$OH + CCl_4 \rightarrow$ products	$\sim1.0\times10^{-12}$	>2300	$<5.0\times10^{-16}$	–
$OH + CFCl_3 \rightarrow$ products (CFC–11)	$\sim1.0\times10^{-12}$	>3700	$<5.0\times10^{-18}$	–
$OH + CF_2Cl_2 \rightarrow$ products (CFC–12)	$\sim1.0\times10^{-12}$	>3600	$<6.0\times10^{-18}$	–
$OH + CH_2ClF \rightarrow CHClF + H_2O$ (HCFC–31)	2.8×10^{-12}	1270±200	3.9×10^{-14}	1.2
$OH + CHFCl_2 \rightarrow CFCl_2 + H_2O$ (HCFC–21)	1.7×10^{-12}	1250±150	2.6×10^{-14}	1.2
$OH + CHF_2Cl \rightarrow CF_2Cl + H_2O$ (HCFC–22)	1.0×10^{-12}	1600±150	4.7×10^{-15}	1.1
$OH + CH_3OCl \rightarrow$ products	2.4×10^{-12}	360±200	7.2×10^{-13}	3.0
$OH + CH_3CCl_3 \rightarrow CH_2CCl_3 + H_2O$ (HCC–140)	1.8×10^{-12}	1550±150	1.0×10^{-14}	1.1
$OH + C_2HCl_3 \rightarrow$ products	4.9×10^{-13}	–(450±200)	2.2×10^{-12}	1.25
$OH + C_2Cl_4 \rightarrow$ products	9.4×10^{-12}	1200±200	1.7×10^{-13}	1.25
$OH + CCl_3CHO \rightarrow H_2O + CCl_3CO$	8.2×10^{-12}	600±300	1.1×10^{-12}	1.5
$OH + CH_3CFCl_2 \rightarrow CH_2CFCl_2 + H_2O$ (HCFC–141b)	1.7×10^{-12}	1700±150	5.7×10^{-15}	1.2
$OH + CH_3CF_2Cl \rightarrow CH_2CF_2Cl + H_2O$ (HCFC–142b)	1.3×10^{-12}	1800±150	3.1×10^{-15}	1.2
$OH + CH_2ClCF_2Cl \rightarrow CHClCF_2Cl$ (HCFC–132b) $+ H_2O$	3.6×10^{-12}	1600±400	1.7×10^{-14}	2.0
$OH + CHCl_2CF_2Cl \rightarrow CCl_2CF_2Cl$ (HCFC–122) $+ H_2O$	1.0×10^{-12}	900±150	4.9×10^{-14}	1.2
$OH + CHFClCFCl_2 \rightarrow CFClCFCl_2$ (HCFC–122a) $+ H_2O$	1.0×10^{-12}	1250±150	1.5×10^{-14}	1.1
$OH + CH_2ClCF_3 \rightarrow CHClCF_3 + H_2O$ (HCFC–133a)	5.2×10^{-13}	1100±300	1.3×10^{-14}	1.3
$OH + CHCl_2CF_3 \rightarrow CCl_2CF_3 + H_2O$ (HCFC–123)	7.0×10^{-13}	900±150	3.4×10^{-14}	1.2
$OH + CHFClCF_2Cl \rightarrow CFClCF_2Cl$ (HCFC–123a) $+ H_2O$	9.2×10^{-13}	1280±150	1.3×10^{-14}	1.2
$OH + CHFClCF_3 \rightarrow CFClCF_3 + H_2O$ (HCFC–124)	8.0×10^{-13}	1350±150	8.6×10^{-15}	1.2
$OH + CH_3CF_2CFCl_2 \rightarrow$ products (HCFC–243cc)	7.7×10^{-13}	1700±300	2.6×10^{-15}	2.0
$OH + CF_3CF_2CHCl_2 \rightarrow$ products (HCFC–225ca)	1.0×10^{-12}	1100±200	2.5×10^{-14}	1.3
$OH + CF_2ClCF_2CHFCl \rightarrow$ products (HCFC–225cb)	5.5×10^{-13}	1250±200	8.3×10^{-15}	1.3
$HO_2 + Cl \rightarrow HCl + O_2$	1.8×10^{-11}	–(170±200)	3.2×10^{-11}	1.5
$\rightarrow OH + ClO$	4.1×10^{-11}	450±200	9.1×10^{-12}	2.0
$HO_2 + ClO \rightarrow HOCl + O_2$	4.8×10^{-13}	–(700±)	5.0×10^{-12}	1.4
$H_2O + ClONO_2 \rightarrow$ products	–	–	$<2.0\times10^{-21}$	–
$NO + OClO \rightarrow NO_2 + ClO$	2.5×10^{-12}	600±300	3.4×10^{-13}	2.0
$NO + Cl_2O_2 \rightarrow$ products	–	–	$<2.0\times10^{-14}$	–
$NO_3 + HCl \rightarrow HNO_3 + Cl$	–	–	$<5.0\times10^{-17}$	–
$HO_2NO_2 + HCl \rightarrow$ products	–	–	$<1.0\times10^{-21}$	–
$Cl + O_3 \rightarrow ClO + O_2$	2.9×10^{-11}	260±100	1.2×10^{-11}	1.15
$Cl + H_2 \rightarrow HCl + H$	3.7×10^{-11}	2300±200	1.6×10^{-14}	1.25
$Cl + H_2O_2 \rightarrow HCl + HO_2$	1.1×10^{-11}	980±500	4.1×10^{-13}	1.5
$Cl + NO_3 \rightarrow ClO + NO_2$	2.4×10^{-11}	0±400	2.4×10^{-11}	1.5
$Cl + N_2O \rightarrow ClO + N_2$	See reference			
$Cl + HNO_3 \rightarrow$ products	–	–	$<2.0\times10^{-16}$	–
$Cl + CH_4 \rightarrow HCl + CH_3$	1.1×10^{-11}	1400±150	1.0×10^{-13}	1.1
$Cl + CH_3D \rightarrow$ products	–	–	7.4×10^{-14}	2.0
$Cl + H_2CO \rightarrow HCl + HCO$	8.1×10^{-11}	30±100	7.3×10^{-11}	1.15
$Cl + CH_3O_2 \rightarrow$ products	–	–	1.6×10^{-10}	1.5
$Cl + CH_3OH \rightarrow CH_2OH + HCl$	5.4×10^{-11}	0±250	5.4×10^{-11}	1.5
$Cl + C_2H_6 \rightarrow HCl + C_2H_5$	7.7×10^{-11}	90±90	5.7×10^{-11}	1.1
$Cl + C_2H_5O_2 \rightarrow ClO + C_2H_5O$	–	–	7.4×10^{-11}	2.0
$\rightarrow HCl + C_2H_4O_2$	–	–	7.7×10^{-11}	2.0
$Cl + CH_3CN \rightarrow$ products	1.6×10^{-11}	2140±300	1.2×10^{-14}	2.0
$Cl + CH_3CO_3NO_2 \rightarrow$ products	–	–	$<1\times10^{-14}$	
$Cl + C_3H_8 \rightarrow HCl + C_3H_7$	1.2×10^{-10}	–(40±250)	1.4×10^{-10}	1.3
$Cl + OClO \rightarrow ClO + ClO$	3.4×10^{-11}	–(160±200)	5.8×10^{-11}	1.25
$Cl + ClOO \rightarrow Cl_2 + O_2$	2.3×10^{-10}	0±250	2.3×10^{-10}	3.0
$\rightarrow ClO + ClO$	1.2×10^{-11}	0±250	1.2×10^{-11}	3.0
$Cl + Cl_2O \rightarrow Cl_2 + ClO$	6.2×10^{-11}	–(130±130)	9.6×10^{-11}	1.2
$Cl + Cl_2O_2 \rightarrow$ products	–	–	1.0×10^{-10}	2.0
$Cl + HOCl \rightarrow$ products	2.5×10^{-12}	130±250	1.6×10^{-12}	1.5
$Cl + ClNO \rightarrow NO + Cl_2$	5.8×10^{-11}	–(100±200)	8.1×10^{-11}	1.5

Reaction	*A* cm³ molecule⁻¹ s⁻¹	*E*/*R* K	*k* (298 K) cm³ molecule⁻¹ s⁻¹	*f*(298)
$Cl + ClONO_2 \rightarrow$ products	6.5×10^{-12}	−(135±50)	1.0×10^{-11}	1.2
$Cl + CH_3Cl \rightarrow CH_2Cl + HCl$	3.2×10^{-11}	1250±200	4.8×10^{-13}	1.2
$Cl + CH_2Cl_2 \rightarrow HCl + CHCl_2$	3.1×10^{-11}	1350±500	3.3×10^{-13}	1.5
$Cl + CHCl_3 \rightarrow HCl + CCl_3$	8.2×10^{-12}	1325±300	9.6×10^{-14}	1.3
$Cl + CH_3F \rightarrow HCl + CH_2F$ (HFC–41)	2.0×10^{-11}	1200±500	3.5×10^{-13}	1.3
$Cl + CH_2F_2 \rightarrow HCl + CHF_2$ (HFC–32)	1.2×10^{-11}	1630±500	5.0×10^{-14}	1.5
$Cl + CF_3H \rightarrow HCl + CF_3$ (HFC–23)	–	–	3.0×10^{-18}	5.0
$Cl + CH_2FCl \rightarrow HCl + CHFCl$ (HCFC–31)	1.2×10^{-11}	1390±500	1.1×10^{-13}	2.0
$Cl + CHFCl_2 \rightarrow HCl + CFCl_2$ (HCFC–21)	5.5×10^{-12}	1675±200	2.0×10^{-14}	1.3
$Cl + CHF_2Cl \rightarrow HCl + CF_2Cl$ (HCFC–22)	5.9×10^{-12}	2430±200	1.7×10^{-15}	1.3
$Cl + CH_3CCl_3 \rightarrow CH_2CCl_3 + HCl$	2.8×10^{-12}	1790±400	7.0×10^{-15}	2.0
$Cl + CH_3CH_2F \rightarrow HCl + CH_3CHF$ (HFC–161)	1.8×10^{-11}	290±500	6.8×10^{-12}	3.0
$\rightarrow HCl + CH_2CH_2F$	1.4×10^{-11}	880±500	7.3×10^{-13}	3.0
$Cl + CH_3CHF_2 \rightarrow HCl + CH_3CF_2$ (HFC–152a)	6.4×10^{-12}	950±500	2.6×10^{-13}	1.3
$\rightarrow HCl + CH_2CHF_2$	7.2×10^{-12}	2390±500	2.4×10^{-15}	3.0
$Cl + CH_2FCH_2F \rightarrow HCl + CHFCH_2F$ (HFC–152)	2.6×10^{-11}	1060±500	7.5×10^{-13}	3.0
$Cl + CH_3CFCl_2 \rightarrow HCl + CH_2CFCl_2$ (HCFC–141b)	1.8×10^{-12}	2000±300	2.2×10^{-15}	1.2
$Cl + CH_3CF_2Cl \rightarrow HCl + CH_2CF_2Cl$ (HCFC–142b)	1.4×10^{-12}	2420±500	4.2×10^{-16}	1.2
$Cl + CH_3CF_3 \rightarrow HCl + CH_2CF_3$ (HFC–143a)	1.2×10^{-11}	3880±500	2.6×10^{-17}	5.0
$Cl + CH_2FCHF_2 \rightarrow HCl + CH_2FCF_2$ (HFC–143)	5.5×10^{-12}	1610±500	2.5×10^{-14}	3.0
$\rightarrow HCl + CHFCHF_2$	7.7×10^{-12}	1720±500	2.4×10^{-14}	3.0
$Cl + CH_2ClCF_3 \rightarrow HCl + CHClCF_3$ (HCFC–133a)	1.8×10^{-12}	1710±500	5.9×10^{-15}	3.0
$Cl + CH_2FCF_3 \rightarrow HCl + CHFCF_3$ (HFC–134a)	–	–	1.5×10^{-15}	1.2
$Cl + CHF_2CHF_2 \rightarrow HCl + CF_2CHF_2$ (HCF–134)	7.5×10^{-12}	2430±500	2.2×10^{-15}	1.5
$Cl + CHCl_2CF_3 \rightarrow HCl + CCl_2CF_3$ (HCFC–123)	4.4×10^{-12}	1750±500	1.2×10^{-14}	1.3
$Cl + CHFClCF_3 \rightarrow HCl + CFClCF_3$ (HCFC–124)	1.1×10^{-12}	1800±500	2.7×10^{-15}	1.3
$Cl + CHF_2CF_3 \rightarrow HCl + CF_2CF_3$ (HFC–125)	–	–	2.4×10^{-16}	1.3
$ClO + O_3 \rightarrow ClOO + O_2$	–	–	$<1.4\times10^{-17}$	–
$\rightarrow OClO + O_2$	1.0×10^{-12}	>4000	$<1.0\times10^{-18}$	–
$ClO + H_2 \rightarrow$ products	$\sim1.0\times10^{-12}$	>4800	$<1.0\times10^{-19}$	–
$ClO + NO \rightarrow NO_2 + Cl$	6.4×10^{-12}	−(290±100)	1.7×10^{-11}	1.15
$ClO + NO_3 \rightarrow ClOO + NO_2$	4.7×10^{-13}	0±400	4.7×10^{-13}	1.5
$ClO + N_2O \rightarrow$ products	$\sim1.0\times10^{-12}$	>4300	$<6.0\times10^{-19}$	–
$ClO + CO \rightarrow$ products	$\sim1.0\times10^{-12}$	>3700	$<4.0\times10^{-18}$	–
$ClO + CH_4 \rightarrow$ products	$\sim1.0\times10^{-12}$	>3700	$<4.0\times10^{-18}$	–
$ClO + H_2CO \rightarrow$ products	$\sim1.0\times10^{-12}$	>2100	$<1.0\times10^{-15}$	–
$ClO + CH_3O_2 \rightarrow$ products	3.3×10^{-12}	115±115	2.2×10^{-12}	1.5
$ClO + ClO \rightarrow Cl_2 + O_2$	1.0×10^{-12}	1590±300	4.8×10^{-15}	1.5
$\rightarrow ClOO + Cl$	3.0×10^{-11}	2450±500	8.0×10^{-15}	1.5
$\rightarrow OClO + Cl$	3.5×10^{-13}	1370±300	3.5×10^{-15}	1.5
$HCl + ClONO_2 \rightarrow$ products	–	–	$<1.0\times10^{-20}$	–
$CH_2ClO + O_2 \rightarrow CHClO + HO_2$	–	–	6×10^{-14}	5
$CH_2ClO_2 + HO_2 \rightarrow CH_2ClO_2H + O_2$	3.3×10^{-13}	−(820±200)	5.2×10^{-12}	1.5
$CH_2ClO_2 + NO \rightarrow CH_2ClO + NO_2$	7×10^{-12}	−(300±200)	1.9×10^{-11}	1.5
$CCl_3O_2 + NO \rightarrow CCl_2O + NO_2 + Cl$	7.3×10^{-12}	−(270±200)	1.8×10^{-11}	1.3
$CCl_2FO_2 + NO \rightarrow CClFO + NO_2 + Cl$	4.5×10^{-12}	−(350±200)	1.5×10^{-11}	1.3
$CClF_2O_2 + NO \rightarrow CF_2O + NO_2 + Cl$	3.8×10^{-12}	−(400±200)	1.5×10^{-11}	1.2
BrO_x Reactions				
$O + BrO \rightarrow Br + O_2$	1.9×10^{-11}	−(230±150)	4.1×10^{-11}	1.5
$O + HBr \rightarrow OH + Br$	5.8×10^{-12}	1500±200	3.8×10^{-14}	1.3
$O + HOBr \rightarrow OH + BrO$	1.2×10^{-10}	430±300	2.8×10^{-11}	3.0
$OH + Br_2 \rightarrow HOBr + Br$	4.2×10^{-11}	0±600	4.2×10^{-11}	1.3
$OH + BrO \rightarrow$ products	–	–	7.5×10^{-11}	3.0
$OH + HBr \rightarrow H_2O + Br$	1.1×10^{-11}	0±250	1.1×10^{-11}	1.2
$OH + CH_3Br \rightarrow CH_2Br + H_2O$	4.0×10^{-12}	1470±150	2.9×10^{-14}	1.1
$OH + CH_2Br_2 \rightarrow CHBr_2 + H_2O$	2.4×10^{-12}	900±300	1.2×10^{-13}	1.1
$OH + CHBr_3 \rightarrow CBr_3 + H_2O$	1.6×10^{-12}	710±200	1.5×10^{-13}	2.0

Reaction	*A* cm³ molecule⁻¹ s⁻¹	*E*/*R* K	*k* (298 K) cm³ molecule⁻¹ s⁻¹	*f*(298)
$OH + CHF_2Br \rightarrow CF_2Br + H_2O$	1.1×10^{-12}	1400±200	1.0×10^{-14}	1.1
$OH + CH_2ClBr \rightarrow CHClBr + H_2O$	2.3×10^{-12}	930±150	1.0×10^{-13}	1.2
$OH + CF_2ClBr \rightarrow$ products	–	–	$<1.5\times10^{-16}$	–
$OH + CF_2Br_2 \rightarrow$ products	–	–	$<5.0\times10^{-16}$	–
$OH + CF_3Br \rightarrow$ products	–	–	$<1.2\times10^{-16}$	–
$OH + CH_2BrCF_3 \rightarrow CHBrCF_3 + H_2O$	1.4×10^{-12}	1340±200	1.6×10^{-14}	1.3
$OH + CHFBrCF_3 \rightarrow CFBrCF_3$	7.2×10^{-13}	1110±150	1.8×10^{-14}	1.5
$OH + CHClBrCF_3 \rightarrow CClBrCF_3 + H_2O$	1.3×10^{-12}	995±150	4.5×10^{-14}	1.5
$OH + CF_2BrCHFCl \rightarrow CF_2BrCFCl + H_2O$	9.3×10^{-13}	1250±150	1.4×10^{-14}	1.5
$OH + CF_2BrCF_2Br \rightarrow$ products	–	–	$<1.5\times10^{-16}$	–
$HO_2 + Br \rightarrow HBr + O_2$	1.5×10^{-11}	600±600	2.0×10^{-12}	2.0
$HO_2 + BrO \rightarrow$ products	3.4×10^{-12}	–(540±200)	2.1×10^{-11}	1.5
$NO_3 + HBr \rightarrow HNO_3 + Br$	–	–	$<1.0\times10^{-16}$	–
$Cl + CH_2ClBr \rightarrow HCl + CHClBr$	4.3×10^{-11}	1370±500	4.3×10^{-13}	3.0
$Cl + CH_3Br \rightarrow HCl + CH_2Br$	1.5×10^{-11}	1060±100	4.3×10^{-13}	1.2
$Cl + CH_2Br_2 \rightarrow HCl + CHBr_2$	6.4×10^{-12}	810±100	4.2×10^{-13}	1.2
$Br + O_3 \rightarrow BrO + O_2$	1.7×10^{-11}	800±200	1.2×10^{-12}	1.2
$Br + H_2O_2 \rightarrow HBr + HO_2$	1.0×10^{-11}	>3000	$<5.0\times10^{-16}$	–
$Br + NO_3 \rightarrow BrO + NO_2$	–	–	1.6×10^{-11}	2.0
$Br + H_2CO \rightarrow HBr + HCO$	1.7×10^{-11}	800±200	1.1×10^{-12}	1.3
$Br + OClO \rightarrow BrO + ClO$	2.6×10^{-11}	1300±300	3.4×10^{-13}	2.0
$Br + Cl_2O \rightarrow BrCl + ClO$	2.1×10^{-11}	470±150	4.3×10^{-12}	1.3
$Br + Cl_2O_2 \rightarrow$ products	–	–	3.0×10^{-12}	2.0
$BrO + O_3 \rightarrow$ products	$\sim1.0\times10^{-12}$	>3200	$<2.0\times10^{-17}$	–
$BrO + NO \rightarrow NO_2 + Br$	8.8×10^{-12}	–(260±130)	2.1×10^{-11}	1.15
$BrO + NO_3 \rightarrow$ products	–	–	1.0×10^{-12}	3.0
$BrO + ClO \rightarrow Br + OClO$	1.6×10^{-12}	–(430±200)	6.8×10^{-12}	1.25
$\rightarrow Br + ClOO$	2.9×10^{-12}	–(220±200)	6.1×10^{-12}	1.25
$\rightarrow BrCl + O_2$	5.8×10^{-13}	–(170±200)	1.0×10^{-12}	1.25
$BrO + BrO \rightarrow$ products	1.5×10^{-12}	–(230±150)	3.2×10^{-12}	1.15
$CH_2BrO_2 + NO \rightarrow CH_2O + NO_2 + Br$	4×10^{-12}	–(300±200)	1.1×10^{-11}	1.5
IO_x Reactions				
$O + I_2 \rightarrow IO + I$	1.4×10^{-10}	0±250	1.4×10^{-10}	1.4
$O + IO \rightarrow O_2 + I$			1.2×10^{-10}	2.0
$OH + I_2 \rightarrow HOI + I$			1.8×10^{-10}	2.0
$OH + HI \rightarrow H_2O + I$			3.0×10^{-11}	2.0
$OH + CH_3I \rightarrow H_2O + CH_2I$	3.1×10^{-12}	1120±500	7.2×10^{-14}	3.0
$OH + CF_3I \rightarrow HOI + CF_3$			3.1×10^{-14}	5.0
$HO_2 + I \rightarrow HI + O_2$	1.5×10^{-11}	1090±500	3.8×10^{-13}	2.0
$HO_2 + IO \rightarrow HOI + O_2$			8.4×10^{-11}	1.5
$NO_3 + HI \rightarrow HNO_3 + I$	See reference			
$I + O_3 \rightarrow IO + O_2$	2.3×10^{-11}	870±200	1.2×10^{-12}	1.2
$I + BrO \rightarrow IO + Br$	–	–	1.2×10^{-11}	2.0
$IO + NO \rightarrow I + NO_2$	9.1×10^{-12}	–(240±150)	2.0×10^{-11}	1.2
$IO + ClO \rightarrow$ products	5.1×10^{-12}	–(280±200)	1.3×10^{-11}	2.0
$IO + BrO \rightarrow$ products	–	–	6.9×10^{-11}	1.5
$IO + IO \rightarrow$ products	1.5×10^{-11}	–(500±500)	8.0×10^{-11}	1.5
$INO + INO \rightarrow I_2 + 2NO$	8.4×10^{-11}	2620±600	1.3×10^{-14}	2.5
$INO_2 + INO_2 \rightarrow I_2 + 2NO_2$	2.9×10^{-11}	2600±1000	4.7×10^{-15}	3.0
SO_x Reactions				
$O + SH \rightarrow SO + H$	–	–	1.6×10^{-10}	5.0
$O + CS \rightarrow CO + S$	2.7×10^{-10}	760±250	2.1×10^{-11}	1.1
$O + H_2S \rightarrow OH + SH$	9.2×10^{-12}	1800±550	2.2×10^{-14}	1.7
$O + OCS \rightarrow CO + SO$	2.1×10^{-11}	2200±150	1.3×10^{-14}	1.2
$O + CS_2 \rightarrow CS + SO$	3.2×10^{-11}	650±150	3.6×10^{-12}	1.2
$O + CH_3SCH_3 \rightarrow CH_3SO + CH_3$	1.3×10^{-11}	–(410±100)	5.0×10^{-11}	1.1
$O + CH_3SSCH_3 \rightarrow CH_3SO + CH_3S$	5.5×10^{-11}	–(250±100)	1.3×10^{-10}	1.3

Reaction	*A* cm³ molecule⁻¹ s⁻¹	*E*/*R* K	*k* (298 K) cm³ molecule⁻¹ s⁻¹	*f*(298)
$O_3 + H_2S \rightarrow$ products	–	–	$<2.0\times10^{-20}$	–
$O_3 + CH_3SCH_3 \rightarrow$ products	–	–	$<1.0\times10^{-18}$	–
$O_3 + SO_2 \rightarrow SO_3 + O_2$	3.0×10^{-12}	>7000	$<2.0\times10^{-22}$	–
$OH + H_2S \rightarrow SH + H_2O$	6.0×10^{-12}	75±75	4.7×10^{-12}	1.2
$OH + OCS \rightarrow$ products	1.1×10^{-13}	1200±500	1.9×10^{-15}	2.0
$OH + CS_2 \rightarrow$ products	See reference	–	–	–
$OH + CH_3SH \rightarrow CH_3S + H_2O$	9.9×10^{-12}	–(360±100)	3.3×10^{-11}	1.2
$OH + CH_3SCH_3 \rightarrow H_2O + CH_2SCH_3$	1.2×10^{-11}	260±100	5.0×10^{-12}	1.15
$OH + CH_3SSCH_3 \rightarrow$ products	6.0×10^{-11}	–(400±200)	2.3×10^{-10}	1.2
$OH + S \rightarrow H + SO$	–	–	6.6×10^{-11}	3.0
$OH + SO \rightarrow H + SO_2$	–	–	8.6×10^{-11}	2.0
$HO_2 + H_2S \rightarrow$ products	–	–	$<3.0\times10^{-15}$	–
$HO_2 + CH_3SH \rightarrow$ products	–	–	$<4.0\times10^{-15}$	–
$HO_2 + CH_3SCH_3 \rightarrow$ products	–	–	$<5.0\times10^{-15}$	–
$HO_2 + SO_2 \rightarrow$ products	–	–	$<1.0\times10^{-18}$	–
$NO_2 + SO_2 \rightarrow$ products	–	–	$<2.0\times10^{-26}$	–
$NO_3 + H_2S \rightarrow$ products	–	–	$<8.0\times10^{-16}$	–
$NO_3 + OCS \rightarrow$ products	–	–	$<1.0\times10^{-16}$	–
$NO_3 + CS_2 \rightarrow$ products	–	–	$<4.0\times10^{-16}$	–
$NO_3 + CH_3SH \rightarrow$ products	4.4×10^{-13}	–(210±210)	8.9×10^{-13}	1.25
$NO_3 + CH_3SCH_3 \rightarrow CH_3SCH_2 + HNO_3$	1.9×10^{-13}	–(500±200)	1.0×10^{-12}	1.2
$NO_3 + CH_3SSCH_3 \rightarrow$ products	1.3×10^{-12}	270±270	5.3×10^{-13}	1.4
$NO_3 + SO_2 \rightarrow$ products	–	–	$<7.0\times10^{-21}$	–
$N_2O_5 + CH_3SCH_3 \rightarrow$ products	–	–	$<1.0\times10^{-17}$	–
$CH_3O_2 + SO_2 \rightarrow$ products	–	–	$<5.0\times10^{-17}$	–
$F + CH_3SCH_3 \rightarrow$ products	–	–	$2.4.\times10^{-10}$	2.0
$Cl + H_2S \rightarrow HCl + SH$	3.7×10^{-11}	–(210±100)	7.4×10^{-11}	1.25
$Cl + OCS \rightarrow$ products	–	–	$<1.0\times10^{-16}$	–
$Cl + CS_2 \rightarrow$ products	–	–	$<4.0\times10^{-15}$	–
$Cl + CH_3SH \rightarrow CH_3S + HCl$	1.2×10^{-10}	–(150±50)	2.0×10^{-10}	1.25
$Cl + CH_3SCH_3 \rightarrow$ products	See reference	–	–	–
$ClO + OCS \rightarrow$ products	–	–	$<2.0\times10^{-16}$	–
$ClO + CH_3SCH_3 \rightarrow$ products	–	–	9.5×10^{-15}	2.0
$ClO + SO \rightarrow Cl + SO_2$	2.8×10^{-11}	0±50	2.8×10^{-11}	1.3
$ClO + SO_2 \rightarrow Cl + SO_3$	–	–	$<4.0\times10^{-18}$	–
$Br + H_2S \rightarrow HBr + SH$	1.4×10^{-11}	2750±300	1.4×10^{-15}	2.0
$Br + CH_3SH \rightarrow CH_3S + HBr$	9.2×10^{-12}	390±100	2.5×10^{-12}	2.0
$Br + CH_3SCH_3 \rightarrow$ products	See reference			
$BrO + CH_3SCH_3 \rightarrow$ products	1.5×10^{-14}	–(850±200)	2.6×10^{-13}	1.3
$BrO + SO \rightarrow Br + SO_2$			5.7×10^{-11}	1.4
$IO + CH_3SH \rightarrow$ products			6.6×10^{-16}	2.0
$IO + CH_3SCH_3 \rightarrow$ products			1.2×10^{-14}	1.5
$S + O_2 \rightarrow SO + O$	2.3×10^{-12}	0±200	2.3×10^{-12}	1.2
$S + O_3 \rightarrow SO + O_2$			1.2×10^{-11}	2.0
$SO + O_2 \rightarrow SO_2 + O$	2.6×10^{-13}	2400±500	8.4×10^{-17}	2.0
$SO + O_3 \rightarrow SO_2 + O_2$	3.6×10^{-12}	1100±200	9.0×10^{-14}	1.2
$SO + NO_2 \rightarrow SO_2 + NO$	1.4×10^{-11}	0±50	1.4×10^{-11}	1.2
$SO + OClO \rightarrow SO_2 + ClO$			1.9×10^{-12}	3.0
$SO_3 + H_2O \rightarrow$ products	See reference		–	–
$SO_3 + NO_2 \rightarrow$ products			1.0×10^{-19}	10.0
$SH + O_2 \rightarrow OH + SO$			$<4.0\times10^{-19}$	–
$SH + O_3 \rightarrow HSO + O_2$	9.0×10^{-12}	280±200	3.5×10^{-12}	1.3
$SH + H_2O_2 \rightarrow$ products			$<5.0\times10^{-15}$	–
$SH + NO_2 \rightarrow HSO + NO$	2.9×10^{-11}	–(240±50)	6.5×10^{-11}	1.2
$SH + Cl_2 \rightarrow ClSH + Cl$	1.7×10^{-11}	690±200	1.7×10^{-12}	2.0
$SH + BrCl \rightarrow$ products	2.3×10^{-11}	–(350±200)	7.4×10^{-11}	2.0
$SH + Br_2 \rightarrow BrSH + Br$	6.0×10^{-11}	–(160±160)	1.0×10^{-10}	2.0
$SH + F_2 \rightarrow FSH + F$	4.3×10^{-11}	1390±200	4.0×10^{-13}	2.0

Reaction	A cm³ molecule⁻¹ s⁻¹	E/R K	k (298 K) cm³ molecule⁻¹ s⁻¹	$f(298)$
$HSO + O_2 \rightarrow$ products			$<2.0\times10^{-17}$	–
$HSO + O_3 \rightarrow$ products			1.0×10^{-13}	1.3
$HSO + NO \rightarrow$ products			$<1.0\times10^{-15}$	–
$HSO + NO_2 \rightarrow HSO_2 + NO$			9.6×10^{-12}	2.0
$HSO_2 + O_2 \rightarrow HO_2 + SO_2$			3.0×10^{-13}	3.0
$HOSO_2 + O_2 \rightarrow HO_2 + SO_3$	1.3×10^{-12}	330±200	4.4×10^{-13}	1.2
$CS + O_2 \rightarrow OCS + O$			2.9×10^{-19}	2.0
$CS + O_3 \rightarrow OCS + O_2$			3.0×10^{-16}	3.0
$CS + NO_2 \rightarrow OCS + NO$			7.6×10^{-17}	3.0
$CH_3S + O_2 \rightarrow$ products			$<3.0\times10^{-18}$	–
$CH_3S + O_3 \rightarrow$ products	2.0×10^{-12}	–(290±100)	5.3×10^{-12}	1.15
$CH_3S + NO \rightarrow$ products			$<1.0\times10^{-13}$	–
$CH_3S + NO_2 \rightarrow CH_3SO + NO$	2.1×10^{-11}	–(320±100)	6.1×10^{-11}	1.15
$CH_2SH + O_2 \rightarrow$ products			6.5×10^{-12}	2.0
$CH_2SH + O_3 \rightarrow$ products			3.5×10^{-11}	2.0
$CH_2SH + NO \rightarrow$ products			1.9×10^{-11}	2.0
$CH_2SH + NO_2 \rightarrow$ products			5.2×10^{-11}	2.0
$CH_3SO + O_3 \rightarrow$ products			6.0×10^{-13}	1.5
$CH_3SO + NO_2 \rightarrow CH_3SO_2 + NO$			1.2×10^{-11}	1.4
$CH_3SOO + O_3 \rightarrow$ products			$<8.0\times10^{-13}$	–
$CH_3SOO + NO \rightarrow$ products	1.1×10^{-11}	0±100	1.1×10^{-11}	2.0
$CH_3SO_2 + NO_2 \rightarrow$ products	2.2×10^{-11}	0±100	2.2×10^{-11}	2.0
$CH_3SCH_2 + NO_3 \rightarrow$ products			3.0×10^{-10}	2.0
$CH_3SCH_2O_2 + NO \rightarrow CH_3SCH_2O + NO_2$			1.9×10^{-11}	2.0
$CH_3SS + O_3 \rightarrow$ products			4.6×10^{-13}	2.0
$CH_3SS + NO_2 \rightarrow$ products			1.8×10^{-11}	2.0
$CH_3SSO + NO_2 \rightarrow$ products			4.5×10^{-12}	2.0
Metal Reactions				
$Na + O_3 \rightarrow NaO + O_2$	1.0×10^{-9}	95±50	7.3×10^{-10}	1.2
$\rightarrow NaO_2 + O$	–	–	$<4.0\times10^{-11}$	–
$Na + N_2O \rightarrow NaO + N_2$	2.8×10^{-10}	1600±400	1.3×10^{-12}	1.2
$Na + Cl_2 \rightarrow NaCl + Cl$	7.3×10^{-10}	0±200	7.3×10^{-10}	1.3
$NaO + O \rightarrow Na + O_2$	3.7×10^{-10}	0±400	3.7×10^{-10}	3.0
$NaO + O_3 \rightarrow NaO_2 + O_2$	1.1×10^{-9}	570±300	1.6×10^{-10}	1.5
$\rightarrow Na + 2O_2$	6.0×10^{-11}	0±800	6.0×10^{-11}	3.0
$NaO + H_2 \rightarrow NaOH + H$	2.6×10^{-11}	0±600	2.6×10^{-11}	2.0
$NaO + H_2O \rightarrow NaOH + OH$	2.2×10^{-10}	0±400	2.2×10^{-10}	2.0
$NaO + NO \rightarrow Na + NO_2$	1.5×10^{-10}	0±400	1.5×10^{-10}	4.0
$NaO + HCl \rightarrow$ products	2.8×10^{-10}	0±400	2.8×10^{-10}	3.0
$NaO_2 + O \rightarrow NaO + O_2$	2.2×10^{-11}	0±600	2.2×10^{-11}	5.0
$NaO_2 + NO \rightarrow NaO + NO_2$	–	–	$<10^{-14}$	–
$NaO_2 + HCl \rightarrow$ products	2.3×10^{-10}	0±400	2.3×10^{-10}	3.0
$NaOH + HCl \rightarrow NaCl + H_2O$	2.8×10^{-10}	0±400	2.8×10^{-10}	3.0

TABLE 2. Rate Constants for Association Reactions

The values quoted are suitable for air as the third body, M. The integer in parentheses is the power of ten.

Reaction	Low pressure limit $k_0(T) = k_0(300)\,(T/300)^{-n}$ cm⁶ molecule⁻² s⁻¹ $k_0(300)$	n	High pressure limit $k_\infty(T) = k_\infty(300)\,(T/300)^{-m}$ cm³ molecule⁻¹ s⁻¹ $k_\infty(300)$	m
O_x Reactions				
$O + O_2 \rightarrow O_3$	(6.0±0.5) (–34)	2.3±0.5	—	—
$O(^1D)$ Reactions				
$O(^1D) + N_2 \rightarrow N_2O$	(3.5±3.0) (–37)	0.6	—	—

Reaction	Low pressure limit $k_0(T) = k_0(300)\,(T/300)^{-n}$ cm^6 molecule^{-2} s^{-1} $k_0(300)$	n	High pressure limit $k_\infty(T) = k_\infty(300)\,(T/300)^{-m}$ cm^3 molecule^{-1} s^{-1} $k_\infty(300)$	m
HO_x Reactions				
$H + O_2 \rightarrow HO_2$	(5.7±0.5) (–32)	1.6±0.5	(7.5±4.0) (–11)	0±1.0
$OH + OH \rightarrow H_2O_2$	(6.2±1.2) (–31)	1.0	(2.6±1.0) (–11)	0±0.5
NO_x Reactions				
$O + NO \rightarrow NO_2$	(9.0±2.0) (–32)	1.5±0.3	(3.0±1.0) (–11)	0±1.0
$O + NO_2 \rightarrow NO_3$	(9.0±1.0) (–32)	2.0±1.0	(2.2±0.3) (–11)	0±1.0
$OH + NO \rightarrow HONO$	(7.0±1.0) (–31)	2.6±0.3	(3.6±1.0) (–11)	0.1±0.5
$OH + NO_2 \rightarrow HNO_3$	(2.5±0.1) (–30)	4.4±0.3	(1.6±0.2) (–11)	1.7±0.2
$HO_2 + NO_2 \rightarrow HO_2NO_2$	(1.8±0.3) (–31)	3.2±0.4	(4.7±1.0) (–12)	1.4±1.4
$NO_2 + NO_3 \rightarrow N_2O_5$	(2.2±0.5) (–30)	3.9±1.0	(1.5±0.8) (–12)	0.7±0.4
$NO_3 \rightarrow NO + O_2$	See reference			
Hydrocarbon Reactions				
$CH_3 + O_2 \rightarrow CH_3O_2$	(4.5±1.5) (–31)	3.0±1.0	(1.8±0.2) (–12)	1.7±1.7
$C_2H_5 + O_2 \rightarrow C_2H_5O_2$	(1.5±1.0) (–28)	3.0±1.0	(8.0±1.0) (–12)	0±1.0
$OH + C_2H_2 \rightarrow HOCHCH$	(5.5±2.0) (–30)	0.0±0.2	(8.3±1.0) (–13)	–2
$OH + C_2H_4 \rightarrow HOCH_2CH_2$	(1.0±0.6) (–28)	0.8±2.0	(8.8±0.9) (–12)	0
$CH_3O + NO \rightarrow CH_3ONO$	(1.4±0.5) (–29)	3.8±1.0	(3.6±1.6) (–11)	0.6±1.0
$CH_3O + NO_2 \rightarrow CH_3ONO_2$	(1.1±0.4) (–28)	4.0±2.0	(1.6±0.5) (–11)	1.0±1.0
$C_2H_5O + NO \rightarrow C_2H_5ONO$	(2.8±1.0) (–27)	4.0±2.0	(5.0±1.0) (–11)	1.0±1.0
$C_2H_5O + NO_2 \rightarrow C_2H_5ONO_2$	(2.0±1.0) (–27)	4.0±2.0	(2.8±0.4) (–11)	1.0±1.0
$CH_3O_2 + NO_2 \rightarrow CH_3O_2NO_2$	(1.5±0.8) (–30)	4.0±2.0	(6.5±3.2) (–12)	2.0±2.0
$CH_3C(O)O_2 + NO_2 \rightarrow CH_3C(O)O_2NO_2$	(9.7±3.8) (–29)	5.6±2.8	(9.3±0.4)(–12)	1.5±0.3
FO_x Reactions				
$F + O_2 \rightarrow FO_2$	(4.4±0.4) (–33)	1.2±0.5	–	–
$F + NO \rightarrow FNO$	(1.8±0.3) (–31)	1.0±10	(2.8±1.4) (–10)	0.0±1.0
$F + NO_2 \rightarrow FNO_2$	(6.3±3.0) (–32)	2.0±2.0	(2.6±1.3) (–10)	0.0±1.0
$FO + NO_2 \rightarrow FONO_2$	(2.6±2.0) (–31)	1.3±1.3	(2.0±1.0) (–11)	1.5±1.5
$CF_3 + O_2 \rightarrow CF_3O_2$	(3.0±0.3) (–29)	4.0±2.0	(4.0±1.0) (–12)	1.0±1.0
$CF_3O + NO_2 \rightarrow CF_3ONO_2$	See reference			
$CF_3O_2 + NO_2CF_3O_2NO_2$	(2.2±0.5) (–29)	5.0±1.0	(6.0±1.0) (–12)	2.5±1.0
$CF_3O + CO \rightarrow CF_3OCO$	(2.5±0.2) (–31)	–	(6.8±0.4) (–14)	–1.2
$CF_3O \rightarrow CF_2O + F$	See reference			
ClO_x Reactions				
$Cl + O_2 \rightarrow ClOO$	(2.7±1.0) (–33)	1.5±0.5	–	–
$Cl + NO \rightarrow ClNO$	(9.0±2.0) (–32)	1.6±0.5	–	–
$Cl + NO_2\,ClONO \rightarrow$	(1.3±0.2) (–30)	2.0±1.0	(1.0±0.5) (–10)	1.0±1.0
$ClNO_2$	(1.8±0.3) (–31)	2.0±1.0	(1.0±0.5) (–10)	1.0±1.0
$Cl + CO \rightarrow ClCO$	(1.3±0.5) (–33)	3.8±0.5	–	–
$Cl + C_2H_2 \rightarrow ClC_2H_2$	((5.9±1.0) (–30)	2.1±1.0	(2.1±0.4) (–10)	1.0±0.5
$Cl + C_2H_4 \rightarrow ClC_2H_4$	(1.6±1) (–29)	3.3±1.0	(3.1±2) (–10)	1.0±0.5
$Cl + C_2Cl_4 \rightarrow C_2Cl_5$	(1.4±0.6) (–28)	8.5±1.0	(4.0±1.0) (–11)	1.2±0.5
$ClO + NO_2 \rightarrow ClONO_2$	(1.8±0.3) (–31)	3.4±1.0	(1.5±0.7) (–11)	1.9±1.9
$OClO + NO_3 \rightarrow O_2ClONO_2$	See reference			
$ClO + ClO \rightarrow Cl_2O_2$	(2.2±0.4) (–32)	3.1±0.5	(3.5±2) (–12)	1.0±1.0
$ClO + OClO \rightarrow Cl_2O_3$	(6.2±1.0) (–32)	4.7±0.6	(2.4±1.2) (–11)	0±1.0
$OClO + O \rightarrow ClO_3$	(1.9±0.5) (–31)	1.1±1.0	(3.1±0.8) (–11)	0±1.0
$CH_2Cl + O_2 \rightarrow CH_2ClO_2$	(1.9±0.1) (–30)	3.2±0.2	(2.9±0.2) (–12)	1.2±0.6
$CHCl_2 + O_2 \rightarrow CHCl_2O_2$	(1.3±0.1) (–30)	4.0±0.2	(2.8±0.2) (–12)	1.4±0.6
$CCl_3 + O_2 \rightarrow CCl_3O_2$	(6.9±0.2) (–31)	6.4±0.3	(2.4±0.2) (–12)	2.1±0.6
$CFCl_2 + O_2 \rightarrow CFCl_2O_2$	(5.0±0.8) (–30)	4.0±2.0	(6.0±1.0) (–12)	1.0±1.0
$CF_2Cl + O_2 \rightarrow CF_2ClO_2$	(3.0±1.5) (–30)	4.0±2.0	(3±2) (–12)	1.0±1.0
$CCl_3O_2 + NO_2 \rightarrow CCl_3O_2NO_2$	(5.0±1.0) (–29)	5.0±1.0	(6.0±1.0) (–12)	2.5±1.0
$CFCl_2O_2 + NO_2 \rightarrow CFCl_2O_2NO_2$	(3.5±0.5) (–29)	5.0±1.0	(6.0±1.0) (–12)	2.5±1.0
$CF_2ClO_2 + NO_2 \rightarrow CF_2ClO_2NO_2$	(3.3±0.7) (–29)	6.7±1.3	(4.1±1.9) (–12)	2.8±0.7

Reaction	Low pressure limit $k_0(T) = k_0(300)\,(T/300)^{-n}$ cm^6 molecule^{-2} s^{-1} $k_0(300)$	n	High pressure limit $k_\infty(T) = k_\infty(300)\,(T/300)^{-m}$ cm^3 molecule^{-1} s^{-1} $k_\infty(300)$	m
BrO_x Reactions				
$Br + NO_2 \rightarrow BrNO_2$	(4.2±0.8) (−31)	2.4±0.5	(2.7±0.5) (−11)	0±1.0
$BrO + NO_2 \rightarrow BrONO_2$	(5.2±0.6) (−31)	3.2±0.8	(6.9±1.0) (−12)	2.9±1.0
IO_x Reactions				
$I + NO \rightarrow INO$	(1.8±0.5) (−32)	1.0±0.5	(1.7±1.0) (−11)	0±1.0
$I + NO_2 \rightarrow INO_2$	(3.0±1.5) (−31)	1.0±1.0	(6.6±5.0) (−11)	0±1.0
$IO + NO_2 \rightarrow IONO_2$	(5.9±2.0) (−31)	3.5±1.0	(9.0±1.0) (−12)	1.5±1.0
SO_x Reactions				
$HS + NO \rightarrow HSNO$	(2.4±0.4) (−31)	3.0±1.0	(2.7±0.5) (−11)	0
$CH_3S + NO \rightarrow CH_3SNO$	(3.2±0.4) (−29)	4.0±1.0	(3.9±0.6) (−11)	2.7±1.0
$O + SO_2 \rightarrow SO_3$	(1.3±)(−33)	−3.6±0.7		
$OH + SO_2 \rightarrow HOSO_2$	(3.0±1.0) (−31)	3.3±1.5	(1.5±0.5) (−12)	0
$CH_3SCH_2 + O_2 \rightarrow CH_3SCH_2O_2$	See reference			
$SO_3 + NH_3 \rightarrow H_3NSO_3$	(3.9±0.8) (−30)	3.0±3.0	(4.7±1.3) (−11)	0±1.0
Metal Reactions				
$Na + O_2 \rightarrow NaO_2$	(3.2±0.3) (−30)	1.4±0.3	(6.0±2.0) (−10)	0±1.0
$NaO + O_2 \rightarrow NaO_3$	(3.5±0.7) (−30)	2.0±2.0	(5.7±3.0) (−10)	0±1.0
$NaO + CO_2 \rightarrow NaCO_3$	(8.7±2.6) (−28)	2.0±2.0	(6.5±3.0) (−10)	0±1.0
$NaOH + CO_2 \rightarrow NaHCO_3$	(1.3±0.3) (−28)	2.0±2.0	(6.8±4.0) (−10)	0±1.0

TABLE 3. Equilibrium Constants

$K(T)$/cm^3 molecule^{-1} = A exp (B/T) [200 < T/K < 300]

Reaction	A/cm^3 molecule^{-1}	B/K	K (298 K)	f (298 K)
$HO_2 + NO_2 \rightarrow HO_2NO_2$	2.1×10^{-27}	10900±1000	1.6×10^{-11}	5
$NO + NO_2 \rightarrow N_2O_3$	3.3×10^{-27}	4667±100	2.1×10^{-20}	2
$NO_2 + NO_2 \rightarrow N_2O_4$	5.2×10^{-29}	6643±250	2.5×10^{-19}	2
$NO_2 + NO_3 \rightarrow N_2O_5$	2.7×10^{-27}	11000±500	2.9×10^{-11}	1.3
$CH_3O_2 + NO_2 \rightarrow CH_3O_2NO_2$	1.3×10^{-28}	11200±1000	2.7×10^{-12}	2
$CH_3C(O)O_2 + NO_2 \rightarrow CH_3C(O)O_2NO_2$	9.0×10^{-29}	14000±200	2.3×10^{-8}	2
$F + O_2 \rightarrow FOO$	3.2×10^{-25}	6100±1200	2.5×10^{-16}	1.0
$Cl + O_2 \rightarrow ClOO$	5.7×10^{-25}	2500±750	2.5×10^{-21}	2
$Cl + CO \rightarrow ClCO$	1.6×10^{-25}	4000±500	1.1×10^{-19}	5
$ClO + O_2 \rightarrow ClOO_2$	2.9×10^{-26}	<3700	$<7.2\times10^{-21}$	–
$ClO + ClO \rightarrow Cl_2O_2$	1.3×10^{-27}	8744±850	7.2×10^{-15}	1.5
$ClO + OClO \rightarrow Cl_2O_3$	1.1×10^{-24}	5455±300	9.8×10^{-17}	3
$OClO + NO_3 \rightarrow O_2ClONO_2$	1×10^{-28}	9300±1000	3.6×10^{-15}	5
$OH + CS_2 \rightarrow CS_2OH$	4.5×10^{-25}	5140±500	1.4×10^{-17}	1.4
$CH_3S + O_2 \rightarrow CH_3SO_2$	1.8×10^{-27}	5545±300	2.2×10^{-19}	1.4