

TABLE DE CONSTANTES PHYSIQUES

Constantes Universelles

Constante des gaz idéaux :	$R^* = 8.3143 \times 10^3 \text{ J K}^{-1} \text{ kmol}^{-1}$
Constante de Boltzman :	$k = 1.381 \times 10^{-23} \text{ J K}^{-1}$
Constante de Stephan-Boltzman :	$\sigma = 5.67 \times 10^{-8} \text{ W m}^{-2} \text{ K}^{-4}$
Constante de Planck :	$h = 6.626 \times 10^{-34} \text{ J s}$
Constante gravitationnelle :	$G = 6.668 \times 10^{-11} \text{ N m}^2 \text{ kg}^{-2}$
Nombre d'Avogadro :	$N_A = 6.022 \times 10^{26} \text{ kmol}^{-1}$
Vitesse de la lumière (vide) :	$c^* = 2.998 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$

Paramètres planétaires

Masse atmosphérique :	$5.14 \times 10^{18} \text{ kg}$
Masse hydrosphère :	$1.36 \times 10^{21} \text{ kg}$
Masse Terre :	$5.97 \times 10^{24} \text{ kg}$
Masse Soleil :	$2 \times 10^{30} \text{ kg}$
Rayon Terre :	$R_T = 6.37 \times 10^6 \text{ m}$
Surface Terre :	$S_T = 5.1 \times 10^{14} \text{ m}^2$
Vitesse angulaire Terre :	$\Omega = 7.29 \times 10^{-5} \text{ s}^{-1}$
Accélération gravité (niveau de la mer) :	$g_0 = 9.80665 \text{ m s}^{-2}$
Pression (niveau de la mer) :	$p_0 = 1.013 \times 10^5 \text{ N m}^{-2}$
Epaisseur hydrosphère (densité uniforme, 10^3 kg m^{-3}) :	2.7 km
Epaisseur atmosphère (densité uniforme, 1.27 kg m^{-3}) :	7.9 km
Rayon Soleil :	$R_S \cong 7 \times 10^8 \text{ m}$
Distance Terre-Soleil :	$D_{TS} \cong 1.5 \times 10^{11} \text{ m}$

Propriétés de l'air sec

Masse moléculaire moyenne (homosphère) :	$M_d = 28.97 \text{ kg kmol}^{-1}$
Constante du mélange (R^*/M_d) :	$R_d = 287 \text{ J K}^{-1} \text{ kg}^{-1}$
Densité (0 °C et 1000 mb) :	$\rho_0 = 1.275 \text{ kg m}^{-3}$
Coefficients thermodynamiques :	$c_{vd} = 718 \text{ J K}^{-1} \text{ kg}^{-1}$
	$c_{pd} = 1005 \text{ J K}^{-1} \text{ kg}^{-1}$
	$c_{pd}/c_{vd} = \eta_d = 1.4$
	$R_d/c_{pd} = \chi_d = 0.286$

Propriétés de l'eau

Masse moléculaire :

Densité liquide (0 °C et 1000 mb) :

Densité solide (0 °C et 1000 mb) :

Constante de la vapeur (R^*/M_v) :

Coefficients thermodynamiques de la vapeur :

Point critique :

Point triple :

$M_w = 18.015 \text{ kg kmol}^{-1}$

$\rho_w = 10^3 \text{ kg m}^{-3}$

$\rho_i = 0.92 \times 10^3 \text{ kg m}^{-3}$

$R_v = 461.51 \text{ J K}^{-1} \text{ kg}^{-1}$

$c_{vv} = 1390 \text{ J K}^{-1} \text{ kg}^{-1}$

$c_{pv} = 1850 \text{ J K}^{-1} \text{ kg}^{-1}$

$T_c = 647 \text{ K}$, $p_c = 218 \text{ atm}$

$T_t = 0.01 \text{ °C}$

$e_t = 6.11 \text{ mb}$

$\alpha_{it} = 1.091 \times 10^{-3} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1}$

$\rho_i = 917 \text{ kg m}^{-3}$

$\alpha_{wt} = 1.000 \times 10^{-3} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1}$

$\alpha_{vt} = 206 \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1}$

$\ell_{vt} = 2.5008 \times 10^6 \text{ J kg}^{-1}$

$\ell_{st} = 2.8345 \times 10^6 \text{ J kg}^{-1}$

$\ell_{ft} = 0.3337 \times 10^6 \text{ J kg}^{-1}$

Propriétés thermodynamiques de l'eau condensée

Coefficient chaleur spécifique ($p = 1000 \text{ mb}$) pour la glace :

Coefficient chaleur spécifique ($p = 1000 \text{ mb}$) pour l'eau :

Coefficient de chaleur latente de sublimation :

Coefficient de chaleur latente de fusion :

Coefficient de chaleur latente de vaporisation :

Tension superficielle de l'eau :

c_{pi}

c_{pw}

ℓ_s

ℓ_f

ℓ_v

σ

T °C	c_{pi} $\text{J K}^{-1} \text{ kg}^{-1}$	c_{pw} $\text{J K}^{-1} \text{ kg}^{-1}$	ℓ_s 10^6 J kg^{-1}	ℓ_f 10^6 J kg^{-1}	ℓ_v 10^6 J kg^{-1}	σ N m^{-1}
-100	1882		2.824			
-90	1449		2.828			
-80	1520		2.832			
-70	1591		2.834			
-60	1662		2.837			
-50	1738	5400	2.8383	0.2035	2.6348	
-40	1813	4770	2.8387	0.2357	2.6040	0.0839
-30	1884	4520	2.8387	0.2638	2.5749	
-20	1959	4350	2.8383	0.2889	2.5494	0.07914
-10	2031	4270	2.8366	0.3119	2.5247	0.07729
0	2106	4218	2.8345	0.3337	2.5008	0.07570
5		4202			2.4891	
10		4192			2.4774	0.07422
15		4186			2.4656	
20		4182			2.4535	0.07275
25		4180			2.4318	
30		4179			2.4300	0.07118
35		4178			2.4183	
40		4178			2.4062	
45		4179			2.3945	
50		4181			2.3823	
100		4216			2.25	

Tensions de vapeur saturée au-dessus de la glace (e_i) et de l'eau (e_w)

T(°C)	e_w (mb)	e_i (mb)	T	e_w	e_i	T	e_w	T	e_w
-50	0.0635	0.0393	-24	0.8826	0.6983	1	6.565	26	33.6064
-49	0.0712	0.0445	-23	0.9647	0.7708	2	7.054	27	35.646
-48	0.0797	0.0502	-22	1.0536	0.8501	3	7.574	28	37.793
-47	0.0892	0.0567	-21	1.1498	0.9366	4	8.128	29	40.052
-46	0.0996	0.0639	-20	1.2538	1.032	5	8.718	30	42.427
-45	0.1111	0.0720	-19	1.3661	1.135	6	9.345	31	44.924
-44	0.1230	0.0810	-18	1.4874	1.248	7	10.012	32	47.548
-43	0.1379	0.0910	-17	1.6183	1.371	8	10.720	33	50.303
-42	0.1533	0.1021	-16	1.7594	1.505	9	11.473	34	53.197
-41	0.1704	0.1145	-15	1.9114	1.651	10	12.271	35	56.233
-40	0.1891	0.1283	-14	2.0751	1.810	11	13.118	36	59.418
-39	0.2097	0.1436	-13	2.2512	1.983	12	14.016	37	62.759
-38	0.2322	0.1606	-12	2.4405	2.171	13	14.967	38	66.260
-37	0.2570	0.1794	-11	2.6380	2.375	14	15.975	39	69.930
-36	0.2841	0.2002	-10	2.8622	2.597	15	17.042	40	73.773
-35	0.3138	0.2232	-9	3.0965	2.837	16	18.171	41	77.798
-34	0.3463	0.2487	-8	3.3478	3.097	17	19.365	42	82.011
-33	0.3817	0.2768	-7	3.6171	3.379	18	20.628	43	86.419
-32	0.4204	0.3078	-6	3.9055	3.684	19	21.962	44	91.029
-31	0.4627	0.3420	-5	4.2142	4.014	20	23.371	45	95.850
-30	0.5087	0.3797	-4	4.5444	4.371	21	24.858	46	100.89
-29	0.5588	0.4212	-3	4.8974	4.756	22	26.428	47	106.15
-28	0.6133	0.4668	-2	5.2745	5.173	23	28.083	48	111.65
-27	0.6726	0.5169	-1	5.6772	5.622	24	29.829	49	117.40
-26	0.7369	0.5719	0	6.1070	6.106	25	31.668	50	123.39
-25	0.8068	0.6322	--	--	--	--	--	--	--

Valeurs de la viscosité dynamique μ et du coefficient de conductivité thermique K de l'air, et du coefficient de diffusion D de la vapeur d'eau dans l'air

T (°C)	μ (kg m ⁻¹ s ⁻¹)	K (J m ⁻¹ s ⁻¹ K ⁻¹)	D (m ² s ⁻¹)
-40	1.512x10 ⁻⁵	2.07x10 ⁻²	1.62x10 ⁻⁵
-30	1.564x10 ⁻⁵	2.16x10 ⁻²	1.76x10 ⁻⁵
-20	1.616x10 ⁻⁵	2.24x10 ⁻²	1.91x10 ⁻⁵
-10	1.667x10 ⁻⁵	2.32x10 ⁻²	2.06x10 ⁻⁵
0	1.717x10 ⁻⁵	2.40x10 ⁻²	2.21x10 ⁻⁵
10	1.766x10 ⁻⁵	2.48x10 ⁻²	2.36x10 ⁻⁵
20	1.815x10 ⁻⁵	2.55x10 ⁻²	2.52x10 ⁻⁵
30	1.862x10 ⁻⁵	2.63X10 ⁻²	2.69x10 ⁻⁵

Les valeurs de D sont données pour une pression de 100 kPa. Puisque D est proportionnel à μ/ρ , D est inversement proportionnel à la pression pour une température donnée. Pour obtenir D à une pression arbitraire p (kPa), il faut multiplier les valeurs du tableau par (100/p).

Atmosphère Type (OACI, 1964)

1. L'air est un gaz pur et sec de masse molaire $M = 28.966 \text{ kg kmol}^{-1}$.
2. L'air obéit à la loi des gaz parfaits: $p = \rho RT$, où $R = 287.05 \text{ J kg}^{-1} \text{ K}^{-1}$.
3. L'accélération de la pesanteur au niveau moyen de la mer est $g_0 = 9.80665 \text{ m s}^{-2}$.
4. L'air obéit à l'équation hydrostatique.
5. La pression au niveau moyen de la mer est $p_0 = 1 \text{ atm} = 101.325 \text{ kPa}$, et la température au niveau moyen de la mer est $T_0 = 15^\circ\text{C} = 288.16 \text{ K}$, d'où $\rho_0 = 1.2250 \text{ kg m}^{-3}$.
6. De la surface à la tropopause, $H = 11000 \text{ m}$, le taux de décroissance de la température est $\gamma_0 = 6.5 \text{ K km}^{-1}$.
7. Pour $11000 \leq H \leq 20000 \text{ m}$ l'atmosphère est isotherme: $T = 216.650 \text{ K}$. De 20000 m jusqu'à 32000 m , le taux de décroissance de la température est de -1 K km^{-1} .

Z (m)	H (m)	Température (K)	Pression (kPa)	Densité (kg m ⁻³)
0	0	288.150	101.325	1.2250
200	200	286.850	98.945	1.2017
400	400	285.550	96.611	1.1786
600	600	284.250	94.322	1.1560
800	800	282.951	92.077	1.1337
1 000	1 000	281.651	89.876	1.1117
1 200	1 200	280.351	87.718	1.0900
1 400	1 400	279.052	85.602	1.0687
1 600	1 600	277.753	83.528	1.0476
1 800	1 799	276.453	81.494	1.0269
2 000	1 999	275.154	79.501	1.0066
2 500	2 499	271.906	74.692	0.9570
3 000	2 999	268.659	70.121	0.9093
3 500	3 498	265.413	65.780	0.8634
4 000	3 997	262.166	61.660	0.8194
4 500	4 497	258.921	57.753	0.7770
5 000	4 996	255.676	54.048	0.7364
5 500	5 495	252.431	50.539	0.6975
6 000	5 994	249.187	47.218	0.6601
6 500	6 493	245.943	44.075	0.6243
7 000	6 992	242.700	41.105	0.5900
7 500	7 491	239.457	38.300	0.5572
8 000	7 990	236.215	35.652	0.5258
8 500	8 489	232.974	33.154	0.4958
9 000	8 987	229.733	30.801	0.4671
9 500	9 486	226.492	28.585	0.4397
10 000	9 984	223.252	26.500	0.4135
10 500	10 483	220.013	24.540	0.3886
11 000	10 981	216.774	22.700	0.3648
11 500	11 479	216.650	20.985	0.3374
12 000	11 977	216.650	19.399	0.3119
12 500	12 475	216.650	17.934	0.2884
13 000	12 973	216.650	16.580	0.2666
13 500	13 471	216.650	15.328	0.2465
14 000	13 969	216.650	14.170	0.2279
14 500	14 467	216.650	13.101	0.2107
15 000	14 965	216.650	12.112	0.1948
15 500	15 462	216.650	11.198	0.1801
16 000	15 960	216.650	10.353	0.1665
16 500	16 457	216.650	9.572	0.1539
17 000	16 955	216.650	8.850	0.1423
17 500	17 452	216.650	8.182	0.1316
18 000	17 949	216.650	7.565	0.1217
18 500	18 446	216.650	6.995	0.1125
19 000	18 943	216.650	6.468	0.1040
19 500	19 440	216.650	5.980	0.0962
20 000	19 937	216.650	5.529	0.0889

Facteurs de conversion

$$1 \text{ Pa} = 1 \text{ N m}^{-2}$$

$$1 \text{ atm} = 1.01325 \times 10^5 \text{ Pa}$$

$$1 \text{ mb} = 10^2 \text{ Pa} = 10^3 \text{ dyn cm}^{-2}$$

$$1 \text{ mm Hg} = 4/3 \text{ mb}$$

$$1 \text{ IT cal} = 4.1868 \text{ J} = 4.1868 \times 10^7 \text{ erg}$$

SYSTÈME INTERNATIONAL D'UNITÉS DE MESURE

Unités de base

Mètre	m	Longueur
Kilogramme	kg	Masse
Seconde	s	Temps
Ampère	A	Intensité de courant électrique
Kelvin	K	Température
Mole	mol	Quantité de matière
Candela	cd	Intensité lumineuse

Préfixes du système international d'unités

Multiples	Préfixe		déca	hecto	kilo	méga	giga	téra	péta	exa	zetta	yotta
	Symbole		da	h	k	M	G	T	P	E	Z	Y
	Facteur	10^0	10^1	10^2	10^3	10^6	10^9	10^{12}	10^{15}	10^{18}	10^{21}	10^{24}
Sous-multiples	Préfixe		déci	centi	milli	micro	nano	pico	femto	atto	zepto	yocto
	Symbole		d	c	m	μ	n	p	f	a	z	y
	Facteur	10^0	10^{-1}	10^{-2}	10^{-3}	10^{-6}	10^{-9}	10^{-12}	10^{-15}	10^{-18}	10^{-21}	10^{-24}