

CARNOT6 Carnot Cycle Ar,N2,H2O

Corrected 04 Apr 2021

Inputs Y,F,R,P,H,L,M,N,A,B,C,Q

Input rotational symmetry

0160 096 LABEL

0161 089 Y

0162 107 STO MEM

0163 056 8

0164 057 9

0165 119 print

0166 002 HALT

0167 048 0

Source temperature degrees Kelvin Ts

0208 096 LABEL

0209 070 F

0210 107 STO MEM

0211 048 0

0212 049 1

0213 119 print

0214 002 HALT

0215 048 0

Temperature of refrigerator Tr

0256 096 LABEL

0257 082 R

0258 107 STO MEM

0259 048 0

0260 050 2

0261 119 print

0262 002 HALT

0263 048 0

Pressure in atm

0304 096 LABEL

0305 080 P

0306 107 STO MEM

0307 048 0

0308 051 3

0309 119 print

0310 002 HALT

0311 048 0

Stow heat capacity Cv/R

0352 096 LABEL

0353 072 H

0354 107 STO MEM

0355 048 0

0356 052 4

0357 119 print

0358 002 HALT

0359 048 0

Atom mass H1 polyatomic

0400 096 LABEL

0401 076 L

0402 107 STO MEM

0403 048 0

0404 055 7

0405 119 print

0406 002 HALT

Atom monatomic Ar, or M1 or central M

0447 096 LABEL

0448 077 M

0449 107 STO MEM

0450 048 0

0451 053 5

0452 119 print

0453 002 HALT

0454 048 0

Stow molecular mass 2 N or O

0495 096 LABEL

0496 078 N

0497 107 STO MEM

0498 049 1

0499 053 5

0500 119 print

0501 002 HALT

0502 048 0

Bond length diatomic

0543 096 LABEL

0544 090 Z

0545 107 STO MEM

0546 049 1

0547 054 6

0548 119 print

0549 002 HALT

0550 048 0

Moment 1 polyatomic

0591 096 LABEL

0592 065 A

0593 107 STO MEM

0594 048 0

0595 056 8

0596 119 print

0597 002 HALT

Moment 2 polyatomic

0638 096 LABEL

0639 066 B

0640 107 STO MEM

0641 048 0

0642 057 9

0643 119 print

0644 002 HALT

Stow moment 3 polyatomic

0685 096 LABEL

0686 067 C

0687 107 STO MEM

0688 049 1

0689 048 0

0690 119 print

0691 002 HALT

Input source heat nkT=Qf ergs/molecule

Input n for nkT1

0772 096 LABEL

0773 081 Q

0774 107 STO MEM

0775 048 0

0776 054 6

0777 119 print

0778 002 HALT

Execute <SH>X

0819 096 LABEL

0820 088 X

0821 049 1

```

0822 048 0
0823 046 .
0824 050 2
0825 050 2
0826 057 9
0827 054 6
0828 055 7
0829 050 2
0830 119 print
Stow zt translational correction
0871 107 STO MEM
0872 057 9
0873 057 9
Input Boltzmann's k
0914 049 1
0915 046 .
0916 051 3
0917 056 8
0918 048 0
0919 054 6
0920 050 2
0921 053 5
0922 057 9
0923 101 EE
0924 049 1
0925 054 6
0926 111 +/-
0927 107 STO MEM
0928 057 9
0929 055 7
0930 119 print
0931 049 1
0932 046 .
0933 048 0
0934 053 5
0935 052 4
0936 053 5
0937 057 9
0938 049 1
0939 056 8
0940 053 5
0941 101 EE
0942 050 2
0943 055 7
0944 111 +/-
0945 107 STO MEM
0946 057 9
0947 056 8
0948 119 print
Input mass H atom
0989 049 1
0990 046 .
0991 054 6
0992 055 7
0993 050 2
0994 054 6
0995 049 1
0996 052 4
0997 101 EE
0998 050 2

```

```

0999 052 4
1000 111 +/-
1001 107 STO MEM
1002 057 9
1003 054 6
1004 119 print
Input c speed light
1045 050 2
1046 046 .
1047 057 9
1048 057 9
1049 055 7
1050 057 9
1051 050 2
1052 052 4
1053 053 5
1054 056 8
1055 101 EE
1056 049 1
1057 048 0
1058 107 STO MEM
1059 057 9
1060 053 5
Recall pressure1 and calculate r1
 $r1^3 = (T1p2r2^3)/T2p1$ 
1141 040 (
1142 109 RCL MEM
1143 048 0
1144 049 1
1145 047 /
1146 050 2
1147 057 9
1148 056 8
1149 046 .
1150 049 1
1151 053 5
1152 041 )
1153 047 /
1154 109 RCL MEM
1155 048 0
1156 051 3
1157 061 =
1158 092 Root
1159 051 3
1160 042 x
Input r2 at 1 atm and 298.15K
1201 049 1
1202 046 .
1203 054 6
1204 057 9
1205 057 9
1206 054 6
1207 052 4
1208 101 EE
1209 055 7
1210 111 +/-
1211 041 )
1212 119 print
Store r1 radial separation
1253 107 STO MEM

```



```

1254 057 9
1255 048 0
Go to S
1296 083 S
Subroutine SnTn entropic energy
1337 096 LABEL
1338 068 D
1339 040 (
1340 040 (
1341 109 RCL MEM
1342 048 0
1343 053 5
1344 043 +
1345 109 RCL MEM
1346 049 1
1347 053 5
1348 041 )
1349 042 x
1350 109 RCL MEM
1351 057 9
1352 054 6
1353 042 x
1354 040 (
1355 109 RCL MEM
1356 053 5
1357 048 0
1358 113 Square
1359 041 )
1360 061 =

```

Print In

```

1401 119 print
1402 042 x
1403 051 3
1404 042 x
1405 109 RCL MEM
1406 057 9
1407 055 7
1408 042 x

```

Recall temperature r51

```

1449 109 RCL MEM
1450 053 5
1451 049 1
1452 041 )
1453 047 /
1454 109 RCL MEM
1455 057 9
1456 057 9
1457 061 =

```

Print  $3kTnIn=\theta_{tn}^2$  trans action square

```

1498 119 print
1499 092 Root
1500 050 2
1501 061 =

```

Print  $\theta_n$  translational action

```

1542 119 print
1543 047 /
1544 109 RCL MEM
1545 057 9
1546 056 8
1547 061 =

```

Print quantum number

```

1588 119 print
1589 107 STO MEM
1590 054 6
1591 048 0
1592 121 Cube
1593 110 LOG e
1594 042 x
1595 109 RCL MEM
1596 057 9
1597 055 7
1598 061 =

```

Print translational  $-gt/T$

```

1639 119 print
1640 107 STO MEM
1641 055 7
1642 048 0
1643 042 x
1644 109 RCL MEM
1645 053 5
1646 049 1

```

Print  $kTnln[\theta_{nt}/h)^{3/zt}]=-g_{tn}$

```

1687 061 =
1688 119 print
1689 107 STO MEM
1690 055 7
1691 049 1
1692 043 +
1693 040 (
1694 109 RCL MEM
1695 057 9
1696 055 7
1697 042 x
1698 109 RCL MEM
1699 053 5
1700 049 1
1701 041 )
1702 061 =

```

Print  $-a$  Helmholtz energy

```

1743 119 print
1744 107 STO MEM
1745 055 7
1746 054 6
1747 043 +
1748 040 (
1749 109 RCL MEM
1750 048 0
1751 052 4
1752 042 x
1753 109 RCL MEM
1754 057 9
1755 055 7
1756 042 x
1757 109 RCL MEM
1758 053 5
1759 049 1
1760 041 )
1761 061 =
1762 119 print

```

Print  $stnTn$  for any gas

1803	107	STO MEM	2136	049	1
1804	056	8	2137	050	2
1805	048	0	2138	041	)
1806	047	/	2139	064	Inverse
1807	109	RCL MEM	2140	037	If pos
1808	053	5	2141	116	Tangent
1809	049	1	Calculate Sr for water		
1810	061	=	$Sr = R \ln[\pi / 2e^3 / 20a0b0c / h - ^3 / z)$		
Print stn			Calculate @rA		
1851	119	print	2262	096	LABEL
1852	107	STO MEM	2263	116	Tangent
1853	056	8	2264	040	(
1854	049	1	2265	109	RCL MEM
1855	040	(	2266	048	0
1856	109	RCL MEM	2267	056	8
1857	055	7	2268	042	x
1858	049	1	2269	109	RCL MEM
1859	047	/	2270	053	5
1860	109	RCL MEM	2271	049	1
1861	054	6	2272	042	x
1862	048	0	2273	050	2
1863	061	=	2274	042	x
Print virtual hv			2275	109	RCL MEM
1904	119	print	2276	057	9
1905	047	/	2277	055	7
1906	109	RCL MEM	2278	041	)
1907	057	9	2279	064	Inverse
1908	056	8	2280	113	Square
1909	047	/	2281	061	=
1910	050	2	Print, stow @rA in r17		
1911	047	/	2322	119	print
1912	112	pi	2323	107	STO MEM
1913	061	=	2324	049	1
Print virtual translational freq v			2325	055	7
1954	119	print	2326	109	RCL MEM
1955	114	1/x	2327	049	1
1956	042	x	2328	055	7
1957	109	RCL MEM	2329	047	/
1958	057	9	Recall h-		
1959	053	5	2370	109	RCL MEM
1960	061	=	2371	057	9
1961	119	print	2372	056	8
Print wavelength virtual trans. quanta			2373	061	=
Test if diatomic			Print, stow @rA/h- in r17		
2042	109	RCL MEM	2414	119	print
2043	049	1	2415	107	STO MEM
2044	053	5	2416	049	1
2045	038	If zero	2417	055	7
2046	084	T	Calculate @rB		
Test if triatomic H2O			2458	109	RCL MEM
2087	109	RCL MEM	2459	048	0
2088	048	0	2460	057	9
2089	056	8	2461	042	x
2090	038	If zero	2462	109	RCL MEM
2091	069	E	2463	053	5
Test if non-linear			2464	049	1
2132	040	(	2465	042	x
2133	048	0	2466	050	2
2134	045	-	Recall k		
2135	109	RCL MEM	2507	042	x



```

2508 109 RCL MEM
2509 057 9
2510 055 7
2511 041 )
2512 092 Root
2513 050 2
2514 061 =
Print, stow @rB in r18
2555 119 print
2556 107 STO MEM
2557 049 1
2558 056 8
2559 109 RCL MEM
2560 049 1
2561 056 8
2562 047 /
Recall h-
2603 109 RCL MEM
2604 057 9
2605 056 8
2606 061 =
Print, stow @rB/h- in r18
2647 119 print
2648 107 STO MEM
2649 049 1
2650 056 8
2651 061 =
Calculate @rC
2692 040 (
2693 109 RCL MEM
2694 049 1
2695 048 0
2696 042 x
2697 109 RCL MEM
2698 053 5
2699 049 1
2700 042 x
2701 050 2
2702 042 x
Recall k
2743 109 RCL MEM
2744 057 9
2745 055 7
2746 041 )
2747 092 Root
2748 050 2
2749 061 =
Print, stow @rC in r19
2790 119 print
2791 107 STO MEM
2792 049 1
2793 057 9
2794 109 RCL MEM
2795 049 1
2796 057 9
2797 047 /
Recall h-
2838 109 RCL MEM
2839 057 9
2840 056 8

```

```

2841 061 =
Print, stow @rC/h-
2882 119 print
2883 107 STO MEM
2884 049 1
2885 057 9
jrxjrxjr
2926 040 (
2927 040 (
2928 109 RCL MEM
2929 049 1
2930 055 7
2931 042 x
2932 109 RCL MEM
2933 049 1
2934 056 8
2935 042 x
2936 109 RCL MEM
2937 049 1
2938 057 9
2939 041 )
Print jrA x jrB x jrC
2980 119 print
Recall symmetry factor
3021 042 x
3022 040 (
3023 112 pi
3024 064 Inverse
3025 113 Square
3026 041 )
3027 041 )
Print corrected jrcubed
3068 119 print
3069 107 STO MEM
3070 054 6
3071 049 1
3072 109 RCL MEM
3073 054 6
3074 049 1
3075 047 /
3076 109 RCL MEM
3077 056 8
3078 057 9
3079 110 LOG e
3080 042 x
Recall k
3121 109 RCL MEM
3122 057 9
3123 055 7
3124 061 =
Print, stow -gr/T in r72
3165 119 print
3166 107 STO MEM
3167 055 7
3168 050 2
3169 119 print
3170 042 x
3171 109 RCL MEM
3172 053 5
3173 049 1

```

3174	061	=	3429	041	)
Print -gr			3430	061	=
3215	119	print	Print virtual hvr		
3216	107	STO MEM	3471	119	print
3217	055	7	3472	047	/
3218	051	3	3473	109	RCL MEM
3219	040	(	3474	057	9
3220	109	RCL MEM	3475	056	8
3221	055	7	3476	047	/
3222	049	1	3477	050	2
3223	043	+	3478	047	/
3224	109	RCL MEM	3479	112	pi
3225	055	7	3480	061	=
3226	051	3	Print vr		
3227	041	)	3521	119	print
3228	061	=	3522	114	1/x
Print -gt -gr			3523	042	x
3269	119	print	3524	109	RCL MEM
3270	107	STO MEM	3525	057	9
3271	055	7	3526	053	5
3272	052	4	3527	061	=
3273	047	/	Print virtual rotational wavelength		
3274	109	RCL MEM	3568	119	print
3275	053	5	3569	063	Goto
3276	049	1	3570	084	T
3277	061	=	Calculate rotational quantum no.		
Print -grn/Tn - gtn/Tn			3611	096	LABEL
3318	119	print	3612	069	E
3319	107	STO MEM	3613	109	RCL MEM
3320	055	7	3614	048	0
3321	053	5	3615	053	5
3322	040	(	3616	042	x
3323	109	RCL MEM	3617	109	RCL MEM
3324	056	8	3618	049	1
3325	048	0	3619	053	5
3326	043	+	3620	041	)
3327	109	RCL MEM	3621	047	/
3328	055	7	3622	040	(
3329	051	3	3623	109	RCL MEM
3330	041	)	3624	048	0
Print total snTn			3625	053	5
3371	119	print	3626	043	+
3372	107	STO MEM	3627	109	RCL MEM
3373	056	8	3628	049	1
3374	050	2	3629	053	5
3375	047	/	3630	041	)
3376	109	RCL MEM	3631	042	x
3377	053	5	Recall H atom mass		
3378	049	1	3672	109	RCL MEM
3379	061	=	3673	057	9
Print stn + Srn			3674	054	6
3420	119	print	3675	042	x
3421	040	(	3676	040	(
3422	109	RCL MEM	3677	109	RCL MEM
3423	055	7	3678	049	1
3424	051	3	3679	054	6
3425	047	/	3680	113	Square
3426	109	RCL MEM	3681	041	)
3427	054	6	3682	061	=
3428	049	1	Print Ir		



```

3723 119 print
3724 042 x
3725 040 (
3726 050 2
3727 042 x
3728 109 RCL MEM
3729 057 9
3730 055 7
3731 042 x
3732 109 RCL MEM
3733 053 5
3734 049 1
3735 041 )
3736 061 =
3737 047 /
3738 109 RCL MEM
3739 056 8
3740 057 9
3741 061 =
Print @r^2
3782 119 print
3783 064 Inverse
3784 113 Square
3785 061 =
Print @r rotational action
3826 119 print
3827 047 /
3828 109 RCL MEM
3829 057 9
3830 056 8
3831 061 =
Print jr
3872 119 print
3873 107 STO MEM
3874 054 6
3875 049 1
3876 109 RCL MEM
3877 054 6
3878 049 1
3879 110 LOG e
3880 042 x
3881 109 RCL MEM
3882 057 9
3883 055 7
3884 042 x
3885 050 2
3886 061 =
Print rotational -gr/T
3927 107 STO MEM
3928 055 7
3929 050 2
3930 119 print
3931 042 x
3932 109 RCL MEM
3933 053 5
3934 049 1
3935 061 =
Print -gr
3976 119 print
3977 107 STO MEM

```

```

3978 055 7
3979 051 3
3980 040 (
3981 109 RCL MEM
3982 055 7
3983 049 1
3984 043 +
3985 109 RCL MEM
3986 055 7
3987 051 3
3988 041 )
3989 061 =
Print total -gt - gr
4030 119 print
4031 107 STO MEM
4032 055 7
4033 052 4
4034 047 /
4035 109 RCL MEM
4036 053 5
4037 049 1
4038 061 =
Print -grn/Tn - gtn/Tn
4079 119 print
4080 107 STO MEM
4081 055 7
4082 053 5
4083 040 (
4084 109 RCL MEM
4085 056 8
4086 048 0
4087 043 +
4088 109 RCL MEM
4089 055 7
4090 051 3
4091 041 )
Print Total snTn
4132 107 STO MEM
4133 056 8
4134 050 2
4135 119 print
4136 047 /
4137 109 RCL MEM
4138 053 5
4139 049 1
4140 061 =
Print stn+srn
4181 119 print
4182 040 (
4183 109 RCL MEM
4184 055 7
4185 051 3
4186 047 /
4187 109 RCL MEM
4188 054 6
4189 049 1
4190 041 )
4191 061 =
Print virtual hvr
4232 119 print

```

4233	047	/		4488	109	RCL MEM
4234	109	RCL MEM		4489	054	6
4235	057	9		4490	048	0
4236	056	8		4491	041	)
4237	047	/		Print	-at/a^3	Helmholtz density
4238	050	2		4532	119	print
4239	047	/		4533	040	(
4240	112	pi		4534	109	RCL MEM
4241	061	=		4535	057	9
Print vr				4536	055	7
4282	119	print		4537	042	x
4283	114	1/x		4538	109	RCL MEM
4284	042	x		4539	053	5
4285	109	RCL MEM		4540	049	1
4286	057	9		4541	041	)
4287	053	5		4542	047	/
4288	061	=		4543	040	(
Print virtual rotational wavelength				4544	109	RCL MEM
4329	119	print		4545	053	5
4330	096	LABEL		4546	048	0
4331	084	T		4547	121	Cube
4332	109	RCL MEM		4548	041	)
4333	053	5		4549	047	/
4334	048	0		4550	056	8
4335	121	Cube		4551	061	=
4336	042	x		Print pressure pn		
4337	056	8		4592	119	print
4338	061	=		4593	042	x
Print vn				4594	109	RCL MEM
4379	119	print		4595	054	6
4380	107	STD MEM		4596	048	0
4381	054	6		4597	061	=
4382	048	0		Print pnv		
4383	040	(		4638	119	print
4384	109	RCL MEM		4639	047	/
4385	055	7		4640	109	RCL MEM
4386	049	1		4641	053	5
4387	047	/		4642	049	1
4388	109	RCL MEM		4643	061	=
4389	054	6		Print pnv/Tn		
4390	048	0		4684	119	print
4391	041	)		4685	060	Return
Print -gt/a^3 density Gibbs				Set up V values		
4432	119	print		4726	096	LABEL
4433	040	(		4727	083	S
4434	109	RCL MEM		Calculate Q1 source heat per molecule		
4435	055	7		4768	040	(
4436	052	4		Input n for Qs		
4437	047	/		4809	109	RCL MEM
4438	109	RCL MEM		4810	048	0
4439	054	6		4811	054	6
4440	048	0		4812	042	x
4441	041	)		4813	109	RCL MEM
Print -gt+-gr/a^3 Gibbs density				4814	057	9
4482	119	print		4815	055	7
4483	040	(		4816	042	x
4484	109	RCL MEM		4817	109	RCL MEM
4485	055	7		4818	048	0
4486	054	6		4819	049	1
4487	047	/		4820	041	)



Print Qf			5154	107	STO MEM
4861	119	print	5155	053	5
4862	047	/	5156	048	0
4863	109	RCL MEM	Go to Label D and return		
4864	048	0	5197	068	D
4865	049	1	5198	109	RCL MEM
4866	061	=	5199	053	5
Print ds/molecule=kln(V2/V1)			5200	051	3
4907	119	print	5201	064	Inverse
4908	047	/	5202	121	Cube
4909	109	RCL MEM	5203	042	x
4910	057	9	5204	109	RCL MEM
4911	055	7	5205	057	9
4912	061	=	5206	048	0
4913	064	Inverse	5207	061	=
4914	110	LOG e	Print r2		
4915	061	=	5248	119	print
Print V2/V1 = V3/V4			5249	107	STO MEM
4956	119	print	5250	053	5
4957	107	STO MEM	5251	048	0
4958	053	5	5252	068	D
4959	051	3	5253	109	RCL MEM
Calculate V2/V3=(Tr/Ts)^Cv/nR			5254	053	5
5000	040	(	5255	052	4
5001	109	RCL MEM	5256	064	Inverse
5002	048	0	5257	121	Cube
5003	050	2	5258	042	x
5004	047	/	5259	109	RCL MEM
5005	109	RCL MEM	5260	057	9
5006	048	0	5261	048	0
5007	049	1	5262	061	=
5008	041	)	Print r3		
5009	091	Exponent	5303	119	print
5010	109	RCL MEM	5304	107	STO MEM
5011	048	0	5305	053	5
5012	052	4	5306	048	0
5013	061	=	5307	109	RCL MEM
Print V2/V3			5308	048	0
5054	119	print	5309	050	2
5055	114	1/x	5310	107	STO MEM
5056	042	x	5311	053	5
5057	109	RCL MEM	5312	049	1
5058	053	5	5313	068	D
5059	051	3	5314	109	RCL MEM
5060	061	=	5315	053	5
Print V3/V1			5316	048	0
5101	119	print	5317	121	Cube
5102	107	STO MEM	5318	042	x
5103	053	5	5319	040	(
5104	052	4	5320	109	RCL MEM
Calculate S1T1			5321	053	5
5145	109	RCL MEM	5322	051	3
5146	048	0	5323	114	1/x
5147	049	1	5324	041	)
5148	107	STO MEM	5325	061	=
5149	053	5	5326	064	Inverse
5150	049	1	5327	121	Cube
5151	109	RCL MEM	5328	061	=
5152	057	9	Print r4		
5153	048	0	5369	119	print