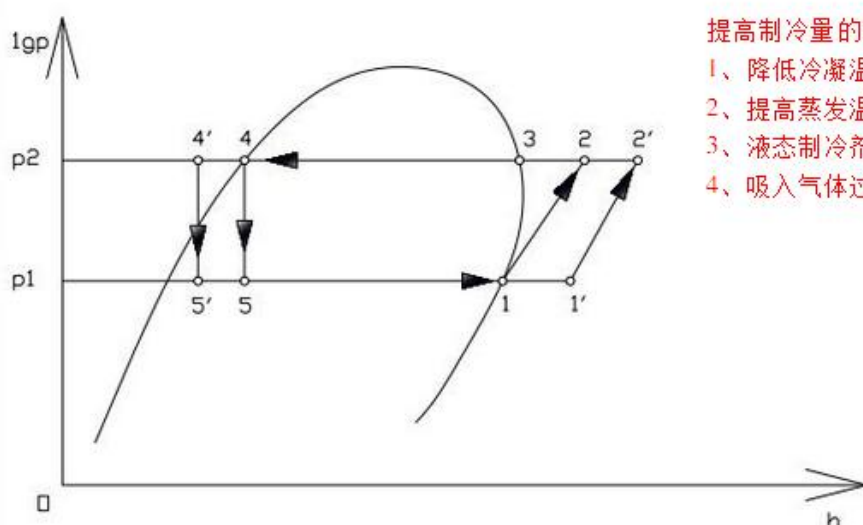


制冷系统设计参数查询与指导

1、下图为液态制冷剂过冷与吸气过热 压焓图↓



提高制冷量的方法：

- 1、降低冷凝温度
- 2、提高蒸发温度
- 3、液态制冷剂过冷
- 4、吸入气体过热

2、已知条件如下面例

某空调制冷装置使用 R12 为制冷剂，制冷量 $\Phi=50\text{kW}$ ，冷凝温度 $t_3=40^\circ\text{C}$ ，蒸发温度 $t_1=3^\circ\text{C}$ ，过冷温度 $t_4'=36^\circ\text{C}$ ，吸气温度 $t_{1'}=13^\circ\text{C}$ ，试完成该工况下制冷循环的热计算。

3、确定状态点

找出蒸发压力与冷凝压力线。同时具有过冷过热的循环如上图中 $1'-2'-4'-5'-1'$ 。根据 t_3 和 t_1 在 R12 热力性质表上查出

$P_3=0.96\text{MPa}$ (绝对压力)

$P_1=0.34\text{MPa}$ (绝对压力)

根据压焓图可知

$P_{2'}=P_{4'}=P_3$

$P_{1'}=P_{5'}=P_1$

4、由 p_1 和 $t_{1'}$ 的交点确定 $1'$ ；由 $1'$ 沿等熵线向右上方延伸，与 p_2 的交点为点 $2'$ ； t_4' 与 p_2 的交点为 $4'$ ；点 $4'$ 垂直向下与 p_1 的交点为 $5'$ 。

5、确定状态参数

根据已经确定的各状态位置在 R12 压焓图上找到各点焓值，分别为

$h_{1'}=361\text{kJ/kg}$ $h_{2'}=380\text{kJ/kg}$ $h_{4'}=h_{5'}=234\text{kJ/kg}$

6、热力计算

单位工质制冷量为

$q_2=h_{1'}-h_{5'}=361-234=127\text{kJ/kg}$

单位工质放热量为

$q_1=h_{2'}-h_{4'}=380-234=146\text{kJ/kg}$

压缩机消耗的净功为

$w=h_{2'}-h_{1'}=380-361=19\text{kJ/kg}$

制冷剂质量流量为

$$q_m = \Phi / q_2 = 50 / 127 = 0.394 \text{ kg/s}$$

冷凝器热负荷为

$$\Phi_c = q_m (h_2' - h_4') = 0.394 (380 - 234) = 57.524 \text{ kJ/s}$$

制冷系数为

$$e = q_2 / w = 127 / 19 = 6.68$$

压缩机总消耗功量为

$$P = q_m (h_2' - h_1') = 0.394 * 19 = 7.486 \text{ kW}$$

- 7、在既不过冷也不过热时的计算与上述计算类似，这时的循环按 1-2-4-5-1 进行，各状态点及参数均不难确定

1、以下是各参数查找说明：（软件→Solkan）

已知冷凝温度 $t_3=40^{\circ}\text{C}$ 则对应的冷凝压力 $p_3=0.96\text{MPa}$

已知蒸发温度 $t_1=3^{\circ}\text{C}$ 则对应的蒸发压力 $p_1=0.34\text{MPa}$

打开 Solkan7 软件，选择中文界面，打开后选择 R12 冷媒，出现下面的界面，之后选择单点与湿蒸气，输入冷凝温度为 40 度时的压力为 9.56bar.输入蒸发温度为 3 度时的压力为 3.37bar

R12

温度
 压力

t C 确定
 p bar $t_s =$

湿蒸气

p	t	ρ'	ρ''	v'	v''	h'	h''	r	s'	s''
bar	C	kg/l	kg/m ³	l/kg	l/kg	kJ/kg	kJ/kg	kJ/kg	kJ/kgK	kJ/kgK

选择单点与过热区，输入吸入温度为 13 度时（压力为 3.4bar）的焓值为 360.59kJ/kg

R12

温度
 压力

t C $p_s = 4.60\text{bar}$ 确定
 p bar $t_s = 3.25\text{C}$

过热区

t	p	ρ	v	h	s
C	bar	kg/m ³	l/kg	kJ/kg	kJ/kgK
13.00	3.40	18.78	53.25	360.59	1.5806

关于吐出温度 t_2' 的焓值可以让软件自动计算出来

R12

t_c 112.00 °C
 P_c 41.33 bar
 V_c 1.792 dm³/kg

蒸发器: 温度 3.00 °C, 过热度 10.00 K, 压降 0.00 bar, 制冷量 50.0 kW

冷凝器: 温度 40.00 °C, 过冷度 4.00 K, 压降 0.00 bar

压缩机: 等熵效率 0.800 Auto

吸气管: 过热 0.00 K, 压降 0.00 bar

排气管: 温度损失 0.00 K, 压降 0.00 bar

计算

循环 (F2) | 输出参数 (F3) | 性能系数, 质量流量等等 (F4) | 管道尺寸 (F5)

点	p	t	v	h	s	x
	bar	°C	litg	kJ/kg	kJ/kgK	--
1	3.37	13.00	53.72	360.63	1.5813	
2s	9.56	56.47	20.08	330.15	1.5813	
2	9.56	63.38	20.76	338.03	1.5959	
3	9.56	63.38	20.76	338.02	1.5959	
3'	9.56	40.00	18.32	338.57	1.5453	
3''4'm	9.56	40.00	9.56	303.90	1.3387	
4'	9.56	40.00	0.80	239.23	1.1322	
4	9.56	38.00	0.79	235.14	1.1193	
5	3.37	3.00	11.50	235.14	1.1272	0.213
56'm	3.37	3.00	31.41	244.80	1.3438	
6''	3.37	3.00	51.33	354.66	1.6600	
5	3.37	13.00	53.72	360.63	1.5813	

单级压缩流程

Point位置

说明

- 1 压缩机、吸收阶段/进气管、下游
- 2s 压缩机、等熵压缩端点
- 2 压缩机、压缩端点和出气管、上游
- 3 冷凝器、上游/出气管、下游
- 3'' 冷凝器、露点 (露点温度 $t_{3''}$ = 基准温度)
- 3''4'm 冷凝器、3'' 和 4' 的平均点值
- 4' 冷凝器、沸点
- 4 冷凝器、下游/膨胀阀、上游
- 5 蒸发器、上游/膨胀阀、下游
- 56'm 蒸发器、5 和 6'' 的平均值
- 6'' 蒸发器、露点 (露点温度 $t_{6''}$ = 基准温度)
- 5 蒸发器、下游/进气管、上游

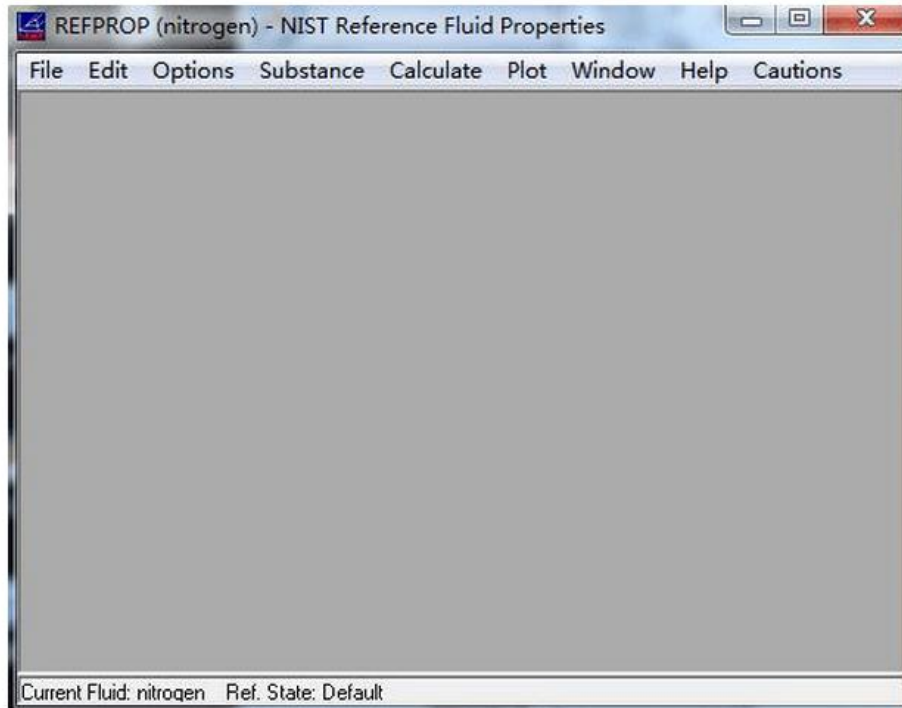
查蒸发温度为 3 度时 (压力为 3.4bar) 的焓值时要用阀前的焓值这样比较准确 即过冷 36 度时的焓值为 235.548kJ/kg

2、以下是各参数查找说明：（软件→refprop）

已知冷凝温度 $t_3=40^{\circ}\text{C}$ 则对应的冷凝压力 $p_3=0.96\text{MPa}$

已知蒸发温度 $t_1=3^{\circ}\text{C}$ 则对应的蒸发压力 $p_1=0.34\text{MPa}$

打开软件界面如下：



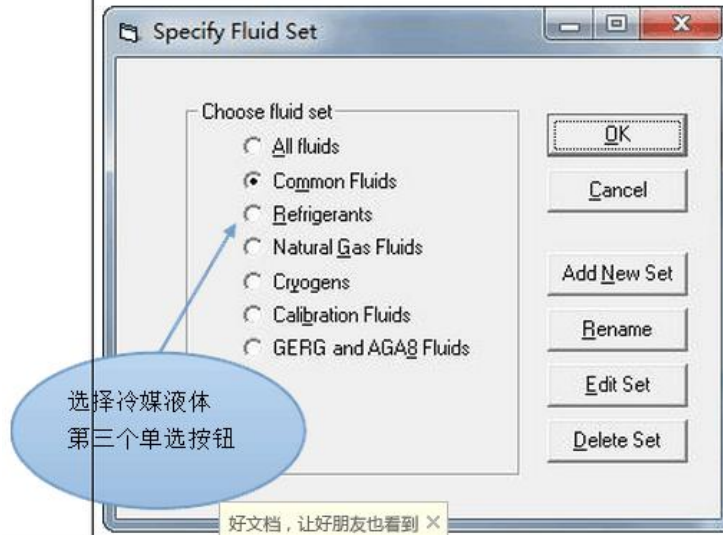
本软件在使用时需要进行设定

- 1、第一步是改变操作的符号设定，下面把符号修改为容易读懂的常用符号
Options—Units



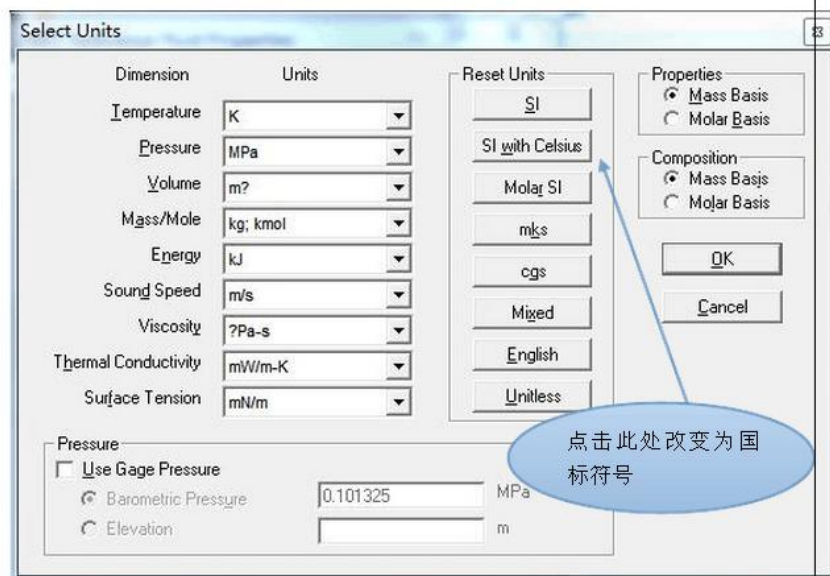
接下来是流体设定，把流体改变为冷媒各类

Substance—Specify fluid set



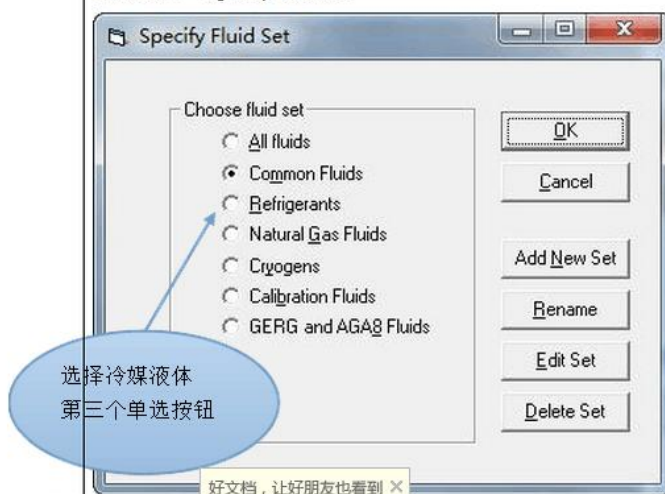
本软件在使用时需要进行设定

- 1、 第一步是改变操作的符号设定，下面把符号修改为容易读懂的常用符号
Options—Units



接下来是流体设定，把流体改变为冷媒各类

Substance—Specify fluid set



在下图中选择想要的冷媒 然后点击 OK 按钮
软件便运行在本液体的操作上面，之后便可对本流体进行数据计算与查找

选择需要的流体作为本软件的算法需要

Select Fluid

- ammonia
- butane
- carbon dioxide
- isobutane (2-methylpropane)
- propane
- R11 (trichlorofluoromethane)
- R113 (1,1,2-trichloro-1,2,2-trifluoroethane)
- R114 (1,2-dichloro-1,1,2,2-tetrafluoroethane)
- R115 (chloropentafluoroethane)
- R116 (hexafluoroethane)
- R12 (dichlorodifluoromethane)
- R123 (2,2-dichloro-1,1,1-trifluoroethane)
- R1234yf (2,3,3,3-tetrafluoroprop-1-ene)
- R1234ze (trans-1,3,3,3-tetrafluoropropene)
- R124 (1-chloro-1,2,2,2-tetrafluoroethane)
- R125 (pentafluoroethane)
- R13 (chlorotrifluoromethane)
- R134a (1,1,1,2-tetrafluoroethane)
- R14 (tetrafluoromethane)
- R141b (1,1-dichloro-1-fluoroethane)
- R142b (1-chloro-1,1-difluoroethane)
- R143a (1,1,1-trifluoroethane)
- R152a (1,1-difluoroethane)
- R161 (fluoroethane)
- R218 (octafluoropropane)

OK

Cancel

Info

All fluids

Select fluids

Sort by

- Short name
- Full name
- CAS number
- Chemical formula
- Synonym
- UN Number

流体选择完成后可查看本液体的一些特性 如下图所示

Substance—Fluid information

R12 - CCl₂F₂ - dichlorodifluoromethane (CAS# 75-71-8)

Molar mass	Triple pt. temp.	Normal boiling pt.	Gas phase dipole at NBP
120.91 kg/kmol	116.1 K	243.4 K	0.51 debye

Critical Point

Temperature	Pressure	Density	Acentric factor
385.12 K	4.1361 MPa	565.0 kg/m ³	0.17948

Range of applicability

Minimum temp.	Maximum temp.	Maximum pressure	Maximum density
116.1 K	525.0 K	200.0 MPa	1829.4 kg/m ³

NIST Rec: FEQ Helmholtz equation of state for R-12 of Marx et al. (1992).

LITERATURE REFERENCE
Marx, V., Pruss, A., and Wagner, W.,
"Neue Zustandsgleichungen fuer R 12, R 22, R 11 und R 113. Beschreibung
des thermodynamischen Zustandsverhaltens bei Temperaturen bis 525 K und
Druecken bis 200 MPa,"
Duesseldorf, VDI Verlag, Series 19 (Waermetechnik/Kaeltetechnik), No. 57,
1992.

The uncertainties in density are 0.2% below the critical point temperature and

Equation of State	Viscosity	Thermal Conductivity
Surface tension	Melting Line	Sublimation Line

OK Cancel Print Copy Copy All

下面就可以查找想要的数据库了

Calculate—Saturation table

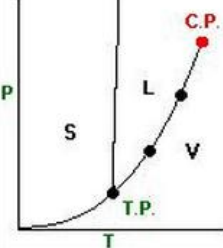
Specify Saturation Table

Type

- Vapor-liquid saturation
- Solid-liquid saturation (Melting line)
- Solid-vapor saturation (Sublimation line)

Vary

- Temperature
- Pressure
- Quality at fixed T
- Quality at fixed p



OK

Cancel

温度
压力
确定的温度特性
确定的压力特性

选择温度时

Input Property Range

Initial Temperature	120.0	K
Final Temperature	380.0	K
Increment	5.0	K

Leave active

Add to current table

OK Cancel

选择压力时

Input Property Range ☰

Initial Pressure	<input type="text" value="0.1"/>	MPa
Final Pressure	<input type="text" value="4.2"/>	MPa
Increment	<input type="text" value="0.1"/>	MPa

Leave active
 Add to current table

选择温度特性时

Input Property Range ☰

Temperature	<input type="text" value="310.0"/>	K
-------------	------------------------------------	---

Initial Quality	<input type="text" value="0.0"/>
Final Quality	<input type="text" value="1.0"/>
Increment	<input type="text" value="0.1"/>

Leave active
 Add to current table

选择压力特性时

Input Property Range ☰

Pressure	<input type="text" value="3.0"/>	MPa
----------	----------------------------------	-----

Initial Quality	<input type="text" value="0.0"/>
Final Quality	<input type="text" value="1.0"/>
Increment	<input type="text" value="0.1"/>

Leave active
 Add to current table

已知冷凝温度 $t_3=40^\circ\text{C}$ 则对应的冷凝压力 $p_3=0.96\text{MPa}$

已知蒸发温度 $t_1=3^\circ\text{C}$ 则对应的蒸发压力 $p_1=0.34\text{MPa}$

当冷凝温度为 40 度时，对应的饱和压力是 0.95882MPa

1: R12: V/L sat. T=36.0 to 40.0 C

	Temperature (C)	Pressure (MPa)	Liquid Density (kg/m ³)	Vapor Density (kg/m ³)	Liquid Enthalpy (kJ/kg)	Vapor Enthalpy (kJ/kg)	Liquid Entropy (kJ/kg-K)	Vapor Entropy (kJ/kg-K)
1	36.000	0.86791	1269.9	49.152	235.12	367.54	1.1192	1.5476
2	37.000	0.89002	1266.1	50.426	236.14	367.90	1.1225	1.5473
3	38.000	0.91253	1262.2	51.727	237.16	368.26	1.1257	1.5470
4	39.000	0.93547	1258.2	53.057	238.19	368.61	1.1289	1.5468
5	40.000	0.95882	1254.3	54.416	239.22	368.96	1.1322	1.5465

当蒸发温度为 3 度时，对应的饱和压力是 0.33968MPa

2: R12: V/L sat. T=3.0 to 6.0 C

	Temperature (C)	Pressure (MPa)	Liquid Density (kg/m ³)	Vapor Density (kg/m ³)	Liquid Enthalpy (kJ/kg)	Vapor Enthalpy (kJ/kg)	Liquid Entropy (kJ/kg-K)	Vapor Entropy (kJ/kg-K)
1	3.0000	0.33968	1386.4	19.611	202.82	354.13	1.0102	1.5581
2	4.0000	0.35071	1383.1	20.219	203.76	354.57	1.0136	1.5577
3	5.0000	0.36201	1379.8	20.842	204.71	355.01	1.0169	1.5573
4	6.0000	0.37358	1376.5	21.479	205.65	355.45	1.0203	1.5569

h_1 的焓值是 360.5kJ/kg

(calculate--isoproperty tables)

Specify Isoproperty Table

Hold constant

- Temperature
- Pressure
- Density
- Volume
- Enthalpy
- Entropy

Vary

- Temperature
- Pressure
- Density

OK Cancel

Input Property Range

Temperature: 13.0 C

Initial Pressure: 0.34 MPa

Final Pressure: 0.34 MPa

Increment: 0.1 MPa

Leave active

Add to current table

OK Cancel

6: R12: T = 13.0 C

	Temperature (C)	Pressure (MPa)	Density (kg/m ³)	Enthalpy (kJ/kg)	Entropy (kJ/kg-K)
1	13.000	0.34000	18.728	360.50	1.5807

H2的焓值是 378.5kJ/kg 根据软件 refrigeration utilities 查询

Cycle input

One stage | Open intercooler | Closed intercooler | Load at interm. pres. | Update

Values:

Evaporating temperature [°C]: 3.40 [Bar] ✓

Condensing temperature [°C]: 9.60 [Bar] ✓

Superheat [K]: 10.00 [°C] ✓

Subcooling [K]: 4.00 [°C] ✓

Dp evaporator [bar]: 0.00

Dp condenser [bar]: 0.00

Dp suction valve [bar]: 0.00

Dp discharge valve [bar]: 0.00

Isentropic efficiency [0-1]: 1.00

Calculated:

Qe [kJ/kg]: 10000.000

Qc [kJ/kg]: 10000.00

COP: 2.34

W [kJ/kg]: 10000.00

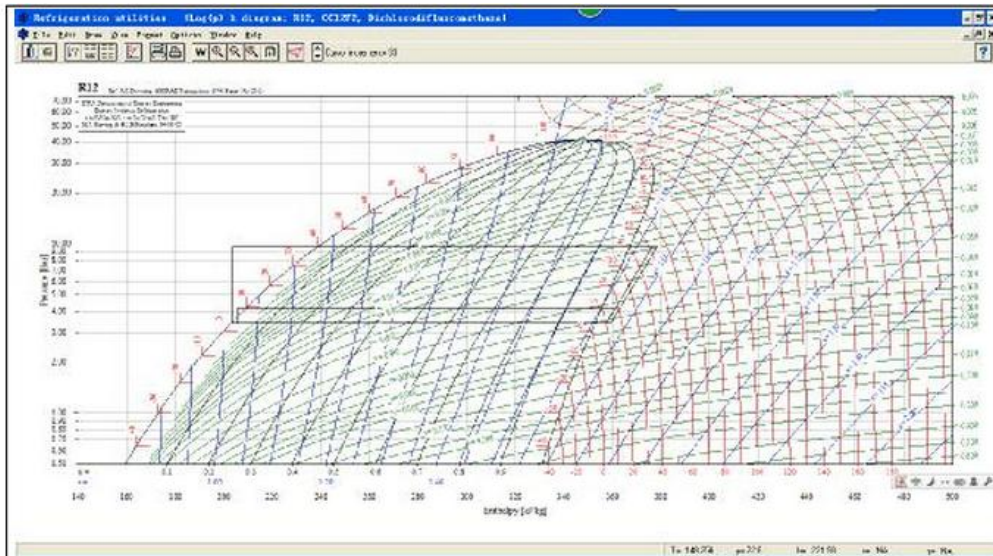
W high [kW]: 10000.00

(m high)/(m low): 0.0000000

m low [kg/s]: 0.0000000

m high [kg/s]: 0.0000000

OK Cancel Help



$h_4 = h_5 = 235.12 \text{ kJ/kg}$ 此处的焓值按 h_4' 的算，即过冷度 36 度时，压力为 0.96MPa 下的焓值

Specify Isoproperty Table

<p>Hold constant</p> <p><input checked="" type="radio"/> Temperature</p> <p><input type="radio"/> Pressure</p> <p><input type="radio"/> Density</p> <p><input type="radio"/> Volume</p> <p><input type="radio"/> Enthalpy</p> <p><input type="radio"/> Entropy</p>	<p>Vary</p> <p><input type="radio"/> Temperature</p> <p><input checked="" type="radio"/> Pressure</p> <p><input type="radio"/> Density</p>
--	--

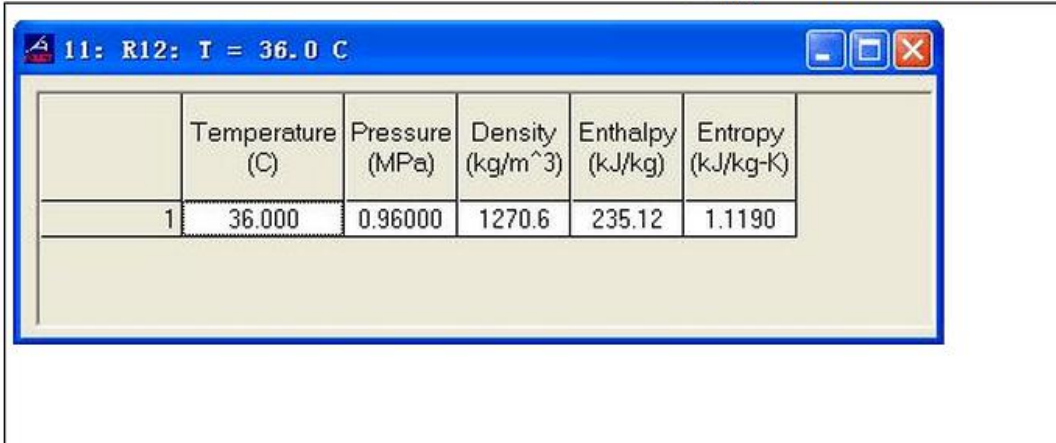
OK Cancel

Input Property Range

Temperature	36.0	C
Initial Pressure	0.96	MPa
Final Pressure	0.96	MPa
Increment	0.1	MPa

Leave active
 Add to current table

OK Cancel



	Temperature (C)	Pressure (MPa)	Density (kg/m ³)	Enthalpy (kJ/kg)	Entropy (kJ/kg-K)
1	36.000	0.96000	1270.6	235.12	1.1190