

Solstice® - chladiva budoucnosti

Honeywell



**Nová generace chladiv - nízké hodnoty GWP,
energeticky výhodné**

 **SCHIESSL**

Solstice® - heslo pro budoucnost ...

Firma Honeywell Fluorine uvedla na trh po mnoha letech vývojových prací novou řadu chladiv pod obchodním názvem Solstice®. Všechna chladiva této nové generace splňují nejpřísnější podmínky, které před obor chladicí techniky a klimatizaci kladou nové ekologické předpisy. Zejména se jedná o nařízení 517/2014/ES, zkráceně novela nařízení o F-plynech. Okrajově zasahují chladiva Solstice i do evropského nařízení o Ecodesignu 2009/125/ES, které vytvořilo rámec k nastavení požadavků na ekologickou konstrukci výrobků spotřebovávajících elektrickou energii.



Každoročně uděluje anglický odborný časopis RAC New několik prestižních cen v oblasti nejlepších inovací, služeb a výrobků oboru chladicí techniky a klimatizace. Cenu za příspěvek k životnímu prostředí získala za rok 2014 firma Honeywell za nejširší a nejucelenější řadu nových ekologických chladiv s obchodním názvem Solstice®. Tímto krokem se Honeywell stává vedoucí firmou v oblasti chladiv. Kompletní sortiment Solstice® je běžně dostupný na trhu.

Tabulky tlaků a teplot chladiv Solstice® pro chytré telefony najdete na tržištích App Store nebo na Google play zdarma. Heslo pro nalezení obou těchto aplikací je stejné - Honeywell.

Solstice® - chladiva nové generace

Chladiva Solstice jsou nazývána chladivy 4. generace. Chemicky se již nejedná o fluorované uhlovodíky, ale o fluorované olefiny. Změna molekulární struktury vede k tomu, že nová generace chladiv Solstice má velmi krátkou atmosférickou životnost počítající se v řádu jednotek dnů. Například chladivo Solstice yf používá se v autoklimatizacích se v atmosféře rozpadne za 11 dnů. Z toho vyplývá velmi nízký index globálního oteplování GWP. Pro porovnání, chladivo R134a potřebuje pro rozpad v atmosféře dobu 13 let.

Molekula Solstice yf má vzorec $CF_3CF=CH_2$ a podle klasifikace ASHRAE Standard 34 jí bylo přiděleno mezinárodní označení HFO1234yf nebo alternativně R1234yf. Molekula Solstice ze má vzorec $CF_3CH=CHF$ a existují dva isomery s označením (E) a (Z). Podle klasifikace ASHRAE bylo této molekule přiřazeno mezinárodní označení HFO 1234ze(E) nebo HFO1234ze(Z). Alternativně R1234ze(E) nebo R1234ze(Z). Hlavní rozdíl mezi oběma polymery je ve vypařovací teplotě. Poslední z řady čistých látek je Solstice zd(E). Molekula Solstice zd(E) má vzorec $CHCl=CH-CF_3$. Tato molekule bylo přiřazeno mezinárodní ASHRAE označení HFO1233zd(E), alternativně R1233zd(E).

Všechny molekuly Solstice® jsou velmi citlivé vlhkost. Vlhost vyskytující se ve vzduchu působí jako startovací mechanismus jejich rozpadu. Proto i vlhkost v chladícím okruhu způsobí chemickou degradaci a rozpad molekuly Solstice. Chladicí okruhy proto musí být osazeny velkými dehydrátory.

Negativní vlastností chladiv Solstice® je jejich omezená hořlavost. Některá chladiva jsou zařazena mezi nehořlavá a nevybušná chladiva skupiny A1, některá jsou ale zařazena do skupiny A2L.



Solstice® yf HFO1234yf (R1234yf)

Chladivo HFO1234yf nahrazuje R134a v oblasti autoklimatizací. Evropské nařízení 2006/40/ES požaduje, aby všechny nové typy osobních automobilů uvedené na trh po 1.1.2011 byly vybaveny klimatickým systémem s chladivem, jehož hodnota GWP < 150.

Odpovědí na tento požadavek je chladivo HFO1234yf, které je svými termodynamickými vlastnostmi velice podobné chladivu R134a. Mimo oblast autoklimatizací je možné chladivo HFO1234yf použít ve všech aplikacích, kde se používá R134a. V současné době jsou již na trhu s chladivem HFO1234yf chladiče nápojů, chladiče a mrazící nábytek pro obchody.

Jako mazací oleje se používají v oblasti autoklimatizací oleje PAG, v oblasti chladičů techniky běžně dostupné POE nebo PVE oleje a běžně dostupné dehydrátory.

Tabulka termodynamických hodnot

Teplota	Tlak	Kapalinalnostota	Pára hustota	Kapalinalentalpie	Pára entalpie	Kapalinal Cv	Pára Cv	Kapalinal Cp	Pára Cp
(°C)	(kPa)	(kg/m³)	(kg/m³)	(kJ/kg)	(kJ/kg)	(kJ/kg-K)	(kJ/kg-K)	(kJ/kg-K)	(kJ/kg-K)
-30	99.1	1264.54	5.86	162.81	343.32	0.8059	0.7183	1.1883	0.8111
-25	122.9	1250.54	7.17	168.8	346.69	0.8166	0.7322	1.42	0.8286
-20	150.9	1236.3	8.71	174.87	350.05	0.8271	0.7462	1.04	0.8466
-15	183.7	1221.77	10.5	181.02	353.4	0.8373	0.7603	1.69	0.8654
-10	221.8	1206.95	12.56	187.26	356.72	0.8474	0.7745	1.39	0.8848
-5	265.6	1191.8	14.93	193.59	360.02	0.8571	0.7888	1.13	0.905
0	315.8	1176.29	17.65	200	363.29	0.8667	0.8031	1.93	0.9262
5	372.9	1160.38	20.74	206.5	366.52	0.876	0.8174	1.308	0.9484
10	437.5	1144.04	24.27	213.1	369.7	0.8851	0.8317	1.74	0.9718
15	510.3	1127.22	28.27	219.8	372.83	0.8941	0.846	1.78	0.9967
20	591.7	1109.86	32.8	226.6	375.89	0.9028	0.8605	1.93	1.0237
25	682.6	1091.91	37.92	233.5	378.87	0.9115	0.8752	1.21	1.0533
30	783.5	1073.3	43.73	240.51	381.75	0.9202	0.8904	1.66	1.0864
35	895.2	1053.95	50.3	247.64	384.52	0.9289	0.9062	1.34	1.1239
40	1018.4	1033.78	57.75	254.9	387.17	0.9376	0.9227	1.32	1.167
45	1153.8	1012.65	66.22	262.3	389.66	0.9464	0.94	1.74	1.75

Základní fyzikální vlastnosti

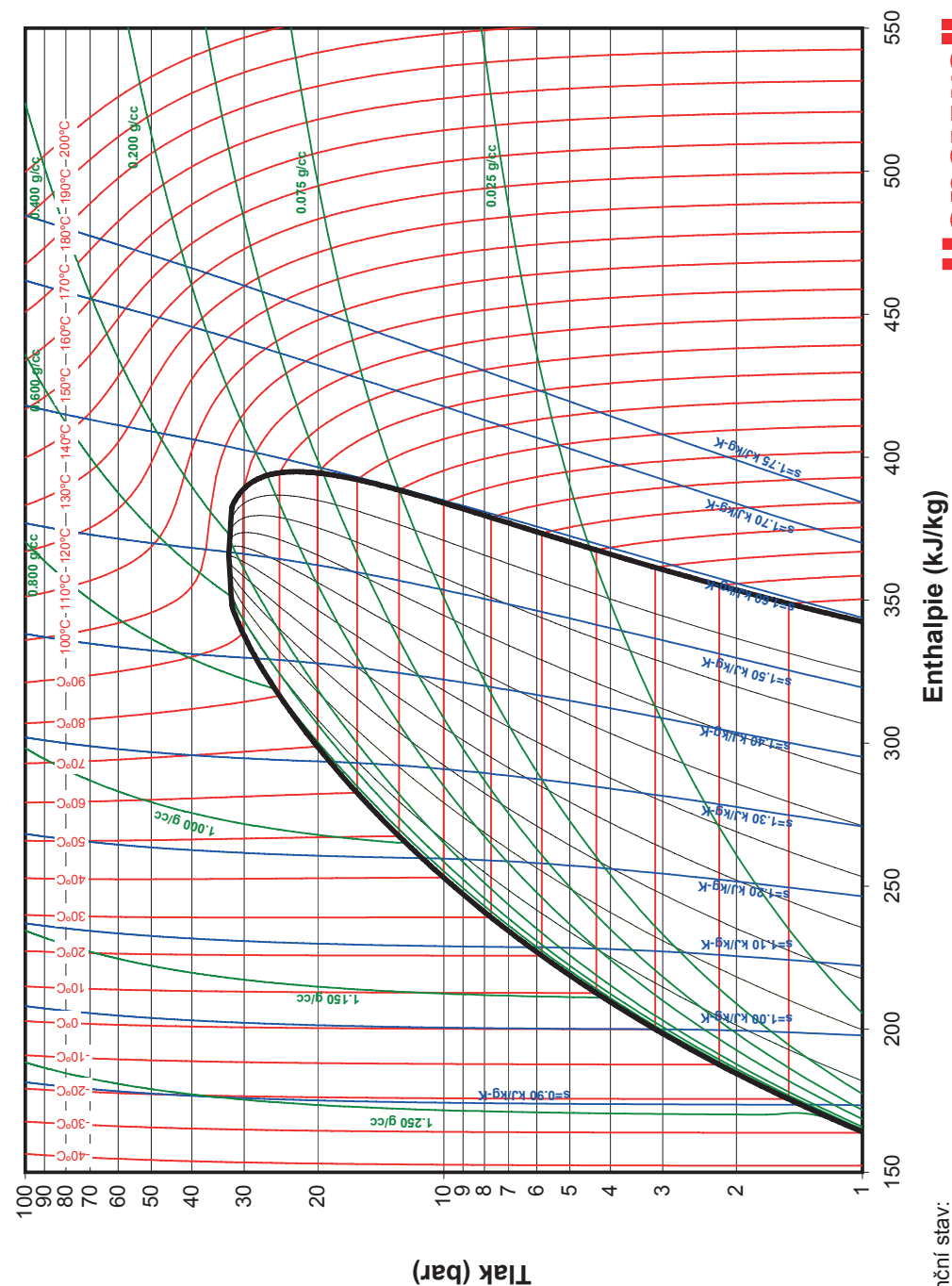
Chemický název	2,3,3,3-Tetrafluoroprop-1-en
Chemický vzorec	CF ₃ CF=CH ₂
Molární hmotnost (g/mol)	114
Bod varu °C při 101,3kPa	-29,45
Bod tuhnutí °C při 101,3kPa	-150
Kritická teplota °C	94,7
Kritický tlak kPa	3382
GWP	4
ODP (R11=1)	0
Zařazení ASHRAE 34	A2L
Dolní mez výbušnosti % obj.	6,20
Horní mez výbušnosti % obj.	12,30



Platí pro skladování, dopravu a práci v chladičím okruhu

Nejedná se o F-plyn

diagram R1234yf



Referenční stav:
h = 200 kJ/kg, s = 1.00 kJ/kg-K
sat. liq při 0 °C

Honeywell

Solstice® ze HFO1234ze (R1234ze)

Chladivo HFO1234ze má nízkou hodnotu GWP a díky vyváženým vlastnostem je široce použitelné v různých chladících aplikacích se vzduchovým i vodním kondenzátorem, v supermarketech, v tepelných čerpadlech, komerčních chladících vitrinách a skříních. Výkonové zkoušky prokázaly nižší spotřebu energie v porovnání s propanem (R290). Díky svým výborným vlastnostem je možné ho použít v kompresorech pístových, šroubových, rotačních, scroll a turbokompresorech. V současné době se tedy chladivo HFO1234ze jeví jako nejperspektivnější dlouhodobá náhrada stávajících F-plynů. Hodí se jako chladivo do vysokoteplotních tepelných čerpadel. Jako mazací olej se používají v oblasti chladicí techniky běžně dostupné POE nebo PVE oleje a běžně dostupné dehydrátory.

Tabulka termodynamických hodnot

Teplota (°C)	Tlak (kPa)	Kapalina hustota (kg/m ³)	Pára hustota (kg/m ³)	Kapalina entalpie (kJ/kg)	Pára entalpie (kJ/kg)	Kapalina Cv (kJ/kg-K)	Pára Cv (kJ/kg-K)	Kapalina Cp (kJ/kg-K)	Pára Cp (kJ/kg-K)
-40	36.7	1349.52	2.21	148.66	355.94	0.8525	0.6972	1.15	0.7774
-35	47.7	1336.46	2.81	154.94	359.51	0.8565	0.7072	1.79	0.7891
-30	61.1	1323.27	3.55	161.25	363.09	0.8606	0.7173	1.48	0.8012
-25	77.4	1309.92	4.43	167.6	366.65	0.8649	0.7274	1.23	0.8136
-20	96.9	1296.39	5.47	173.99	370.2	0.8693	0.7376	1.03	0.8265
-15	120.1	1282.67	6.7	180.42	373.74	0.8739	0.748	1.89	0.8398
-10	147.4	1268.73	8.13	186.9	377.25	0.8786	0.7584	1.81	0.8538
-5	179.4	1254.56	9.79	193.42	380.73	0.8835	0.769	1.79	0.8684
0	216.6	1240.12	11.71	200	384.18	0.8885	0.7797	1.85	0.8837
5	259.3	1225.41	13.92	206.63	387.59	0.8938	0.7907	1.98	0.8999
10	308.4	1210.38	16.45	213.32	390.96	0.8992	0.8018	1.342	0.917
15	364.2	1195.01	19.33	220.08	394.27	0.9049	0.8131	1.53	0.9353
20	427.3	1179.26	22.61	226.9	397.53	0.9106	0.8247	1.98	0.9548
25	498.5	1163.09	26.32	233.8	400.72	0.9164	0.8365	1.56	0.9758
30	578.3	1146.45	30.52	240.78	403.83	0.9222	0.8485	1.29	0.9986
35	667.4	1129.28	35.27	247.84	406.87	0.928	0.8608	1.422	1.0234
40	766.5	1111.51	40.64	255	409.8	0.9338	0.8733	1.31	1.0507
45	876.1	1093.06	46.69	262.27	412.63	0.9395	0.8861	1.67	1.0813
50	997.2	1073.82	53.54	269.64	415.33	0.9453	0.8993	1.32	1.1159
55	1130.4	1053.69	61.29	277.14	417.88	0.9512	0.9132	1.34	1.156

Základní fyzikální vlastnosti

Chemický název	trans-1,3,3,3-Tetrafluoro-prop-1-ene
Chemický vzorec	CHF=CHCF ₃
Molární hmotnost (g/gmol)	114
Bod varu °C při 101,3kPa	-18,66
Bod tuhnutí °C při 101,3kPa	-156
Kritická teplota °C	109
Kritický tlak kPa	3632
GWP	<1
ODP (R11=1)	0
Zařazení ASHRAE 34	A1/A2L
Dolní mez výbušnosti % obj.	7
Horní mez výbušnosti % obj.	12

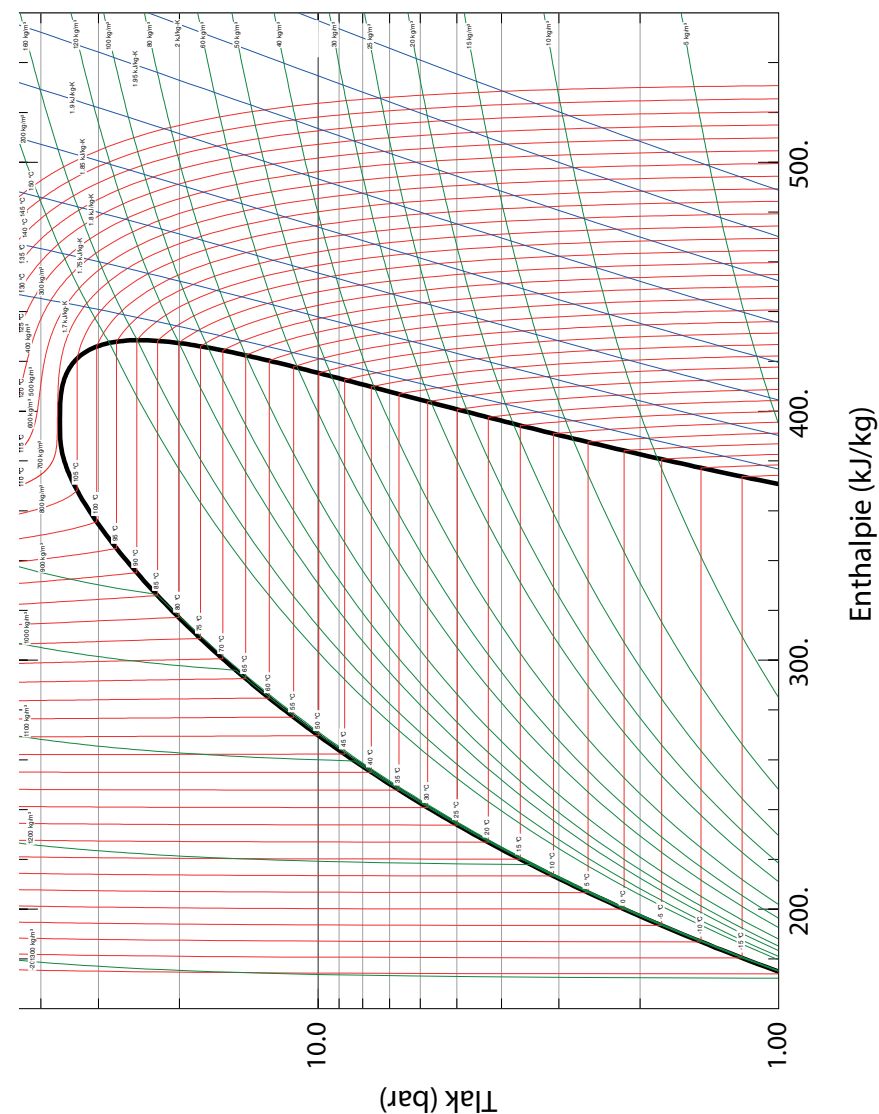
Skladování a přeprava do teploty +23°C
klasifikace **A1**



Pro práci v chladícím okruhu a pro manipulaci při teplotách nad +23°C
klasifikace **A2L**.

Nejedná se o F-plyn

diagram R1234ze



Referenční stav:
h = 200 kJ/kg, s = 1.00 kJ/kg-K
sat. liq při 0 °C

Honeywell

Solstice® zd HFO1233zd (R1233zd)

Chladivo HFO 1233zd je možné použít dvojím způsobem. Jeden ze způsobů použití je jako nadouvadlo při výrobě PUR pěn, druhým způsobem je použití jako chladivo. HFO1233zd lze použít jako náhradu za stávající chladiva R123 nebo R245fa. Využití tedy najde toto chladivo u vysokoteplotních aplikací, vysokoteplotních tepelných čerpadel, u termodynamického Rankinova cyklu a z různých aplikací pracujících s turbokompresorem. Proti chladivu R245fa má vyšší vypařovací teplotu. Díky svým vlastnostem má toto chladivo omezené použití.

Pro použití v chladicím okruhu lze použít běžné POE nebo PVE oleje a běžně dostupné dehydrátory.

Tabulka termodynamických hodnot

Teplota (°C)	Tlak (kPa)	Kapalina hustota (kg/m ³)	Pára hus- tota (kg/m ³)	Kapalina entalpie (kJ/kg)	Pára ent- alpie (kJ/kg)	Kapalina Cv (kJ/kg-K)	Pára Cv (kJ/kg-K)	Kapalina Cp (kJ/kg-K)	Pára Cp (kJ/kg-K)
-20	18.1	1365.74	1.14	175.54	390.57	0.8784	0.6835	1.03	0.7513
-15	23.5	1354.78	1.45	181.64	394.14	0.8772	0.6905	1.221	0.7591
-10	30.1	1343.72	1.83	187.75	397.72	0.8763	0.6975	1.22	0.7672
-5	38.2	1332.56	2.28	193.87	401.3	0.8756	0.7047	1.38	0.7756
0	47.9	1321.28	2.82	200	404.87	0.8752	0.712	1.59	0.7842
5	59.4	1309.88	3.45	206.14	408.44	0.875	0.7194	1.84	0.7932
10	73.1	1298.34	4.2	212.3	412.01	0.8751	0.7269	1.14	0.8024
15	89.2	1286.65	5.6	218.47	415.56	0.8755	0.7346	1.49	0.8121
20	108	1274.81	6.5	224.66	419.1	0.8761	0.7423	1.88	0.822
25	129.6	1262.8	7.19	230.87	422.63	0.877	0.7503	1.33	0.8324
30	154.6	1250.61	8.49	237.11	426.14	0.8782	0.7583	1.83	0.8432
35	183.1	1238.22	9.97	243.37	429.63	0.8796	0.7664	1.38	0.8545
40	215.5	1225.62	11.65	249.66	433.1	0.8812	0.7747	1.99	0.8662
45	252.1	1212.79	13.54	255.99	436.54	0.8831	0.7831	1.66	0.8785
50	293.3	1199.72	15.66	262.35	439.95	0.8853	0.7916	1.274	0.8914
55	339.5	1186.38	18.4	268.75	443.33	0.8877	0.8002	1.21	0.905
60	390.9	1172.75	20.71	275.19	446.66	0.8903	0.809	1.09	0.9193
65	448.1	1158.81	23.68	281.68	449.95	0.8931	0.8179	1.06	0.9345
70	511.3	1144.53	26.98	288.22	453.2	0.8962	0.8269	1.13	0.9507

Základní fyzikální vlastnosti

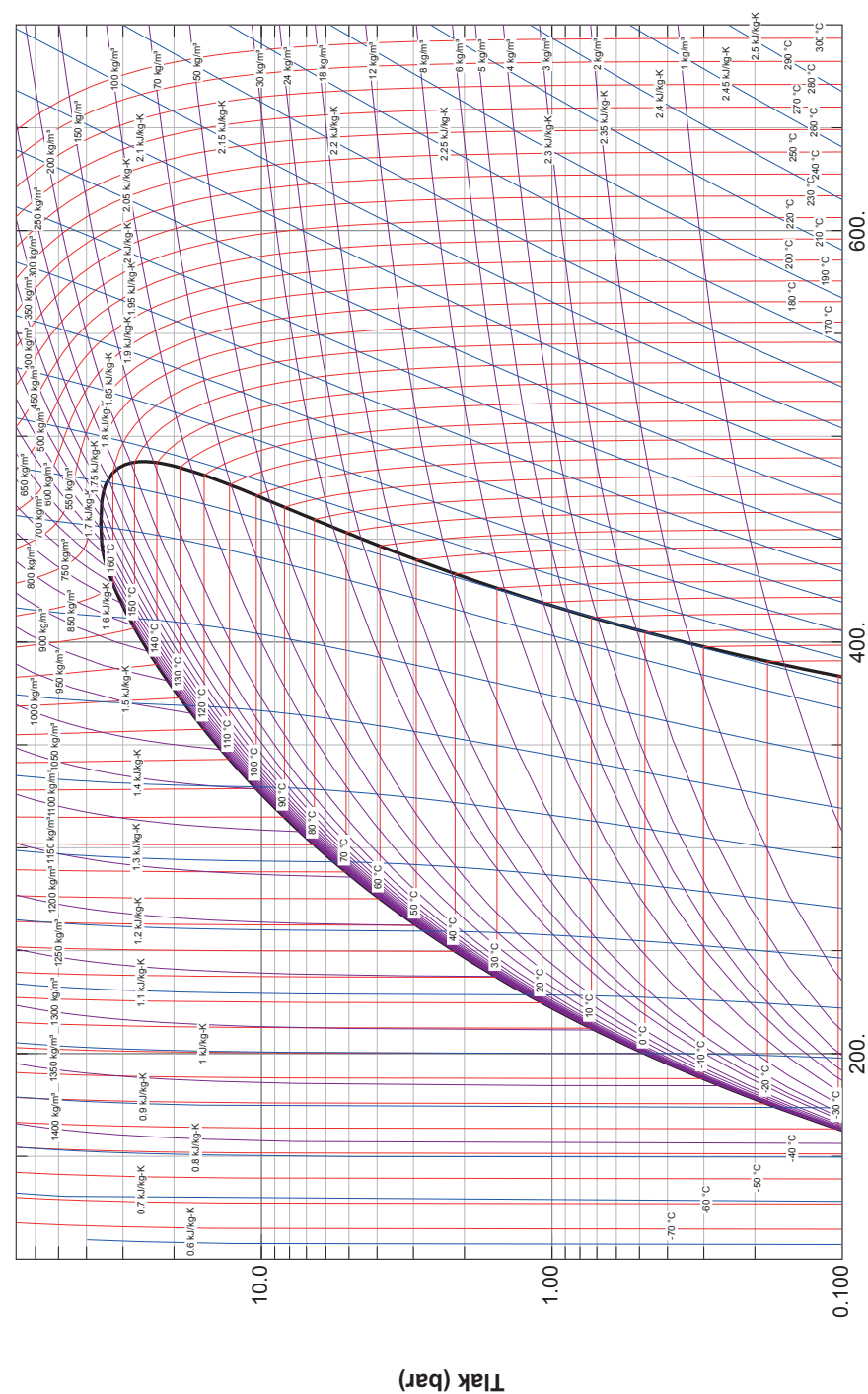
Chemický název	1-chloro-3,3,3-trifluoro- prop-1-en
Chemický vzorec	CHCl=CH-CF ₃
Molární hmotnost (g/gmol)	130,5
Bod varu °C při 101,3kPa	+19
Bod tuhnutí °C při 101,3kPa	-90
Kritická teplota °C	165
Kritický tlak kPa	3572
GWP	<6
ODP (R11=1)	0
Zařazení ASHRAE 34	A1
Dolní mez výbušnosti % obj.	nehořlavý
Horní mez výbušnosti % obj.	nehořlavý



Obtížná manipulace při nízkých teplotách

Nejedná se o F-plyn

diagram R1233zd



Honeywell

Enthalpie (kJ/kg)

Referenční stav:
h = 200 kJ/kg, s = 1.00 kJ/kg
sat. liq při 0 °C

Solstice® N13 (R450A)

Solstice N13(R450A) je zeotropní směs chladiv R134a a HFO1234ze. Toto chladivo bylo navrženo s ohledem na co největší zachování vlastností chladiva R134a s ohledem na dosažení minimální hodnoty GWP. Přestože se jedná o zeotropní směs, má velmi malou hodnotu tepelného skluzu a v praxi lze toto chladivo považovat svými vlastnostmi za azeotropní směs. Použití najde u tepelných čerpadel, chladičů nápojů, obchodních vitrin a skříní, v oblasti district cooling a heating a jako součást kaskádních okruhů pracujících s CO₂. Při teplotách vyšších než -15°C má nižší pracovní tlaky než čisté chladivo R134a.

Pro práci v chladícím okruhu lze použít běžné POE nebo PVE oleje a běžně dostupné dehydrátory.

Tabulka termodynamických hodnot

Teplota (°C)	Tlak (kPa)	Kapalina hustota (kg/m ³)	Pára hustota (kg/m ³)	Kapalina entalpie (kJ/kg)	Pára entalpie (kJ/kg)	Kapalina Cv (kJ/kg-K)	Pára Cv (kJ/kg-K)	Kapalina Cp (kJ/kg-K)	Pára Cp (kJ/kg-K)
-30	74.6	1346.44	4.3	162.52	370.29	0.8535	0.701	1.71	0.7929
-25	94.1	1332.35	5.2	168.88	373.67	0.8583	0.7124	1.57	0.8073
-20	117.5	1318.05	6.19	175.29	377.03	0.8633	0.7239	1.49	0.8223
-15	145.1	1303.53	7.57	181.75	380.36	0.8684	0.7357	1.46	0.838
-10	177.7	1288.76	9.17	188.26	383.66	0.8737	0.7476	1.305	0.8545
-5	215.6	1273.73	11.4	194.82	386.93	0.879	0.7597	1.316	0.8717
0	259.4	1258.4	13.19	201.44	390.16	0.8846	0.772	1.79	0.8899
5	309.9	1242.74	15.66	208.12	393.35	0.8903	0.7846	1.07	0.9092
10	367.5	1226.73	18.49	214.87	396.48	0.8961	0.7973	1.44	0.9296
15	432.9	1210.31	21.72	221.69	399.55	0.9021	0.8103	1.94	0.9514
20	506.9	1193.46	25.39	228.59	402.55	0.9082	0.8235	1.56	0.9748
25	590	1176.11	29.55	235.57	405.47	0.9144	0.8369	1.35	1.0001
30	683	1158.21	34.27	242.64	408.3	0.9207	0.8506	1.31	1.0276
35	786.7	1139.69	39.62	249.81	411.04	0.927	0.8646	1.49	1.0577
40	901.7	1120.46	45.67	257.08	413.67	0.9335	0.8789	1.92	1.0912
45	1028.9	1100.43	52.52	264.47	416.16	0.9401	0.8935	1.67	1.129
50	1169	1079.47	60.29	271.99	418.51	0.9469	0.9087	1.52	1.1723
55	1323	1057.43	69.13	279.66	420.68	0.954	0.9247	1.56	1.2231
60	1491,6	1034.12	79.21	287.49	422.64	0.9615	0.9415	1.60	1.2838
65	1676	1009,3	90,78	295,50	424,37	0,9696	0,9595	1,66	1,3583

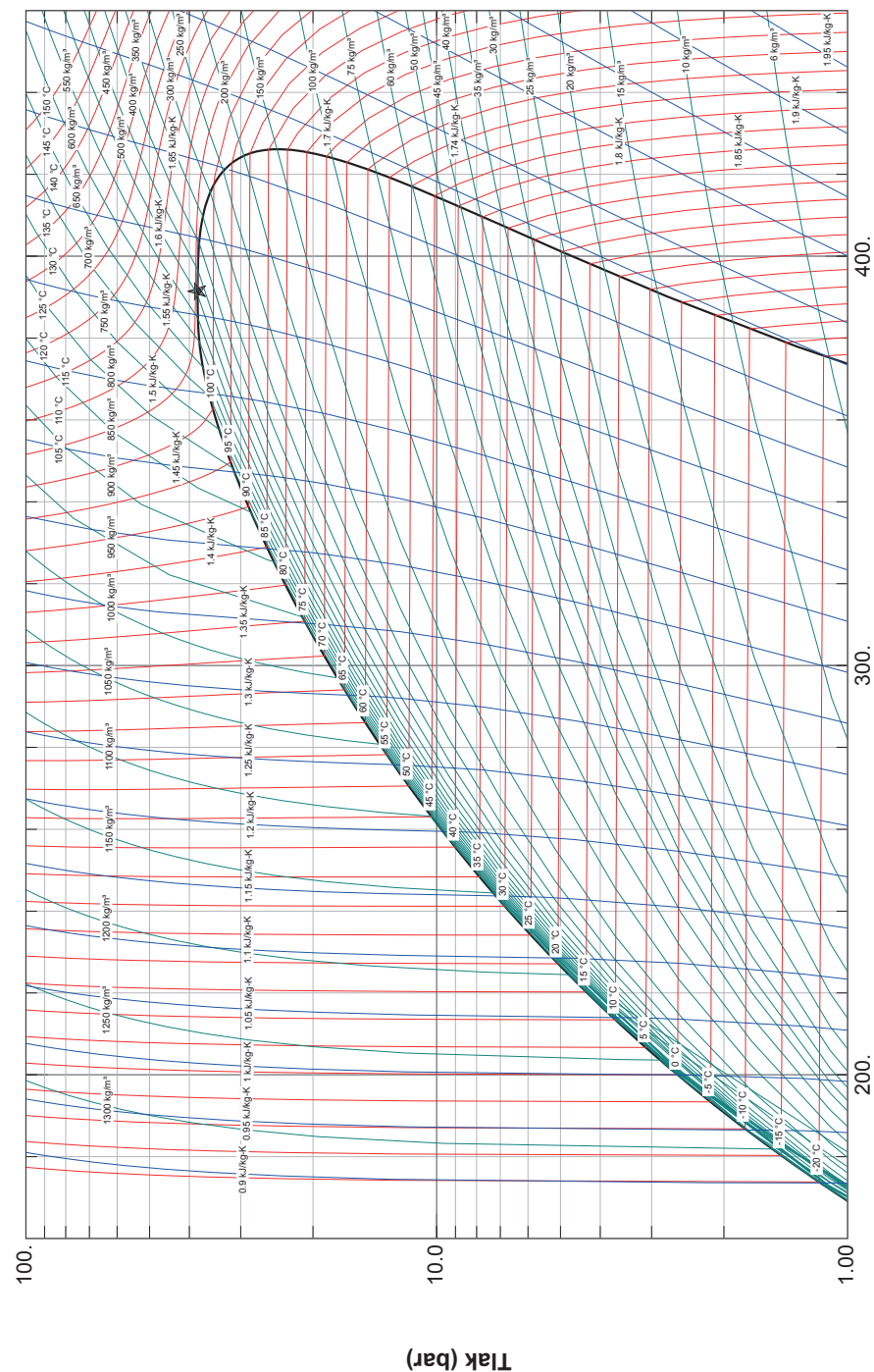
Základní fyzikální vlastnosti

Chemický název	Směs R134a/HFO1234ze
Poměr složek	42%/58%
Molární hmotnost (g/gmol)	108,6
Bod varu °C při 101,3kPa	-23,1
Teplotní skluz	0,4K
Kritická teplota °C	104
Kritický tlak kPa	3913
GWP	547
ODP (R11=1)	0
Zařazení ASHRAE 34	A1
Dolní mez výbušnosti % obj.	nehořlavý
Horní mez výbušnosti % obj.	nehořlavý



Jedná se o F-plyn s nízkou hodnotou GWP

diagram R450A



Enthalpie (kJ/kg)

Tlak (bar)

Solstice® N40 (R448A)

Solstice N40 (R448A) je zeotropní směs chladiv R32,R125,R134a,R1234ze a R1234yf. Chladivo bylo navrženo jako náhrada za R22 a R404A/R507 v supermarketových aplikacích při zachování vlastností R404A/R07 za dosažení nízkých hodnot GWP. Typickým použitím jsou supermarketové aplikace, mrazicí skříně a vitríny. V porovnání s R404A/R507 má mírně vyšší objemovou chladivost, nižší kondenzační teplotu a nižší energetickou náročnost. Není hořlavé ani výbušné.

Pro práci v chladícím okruhu lze použít běžné POE nebo PVE oleje a běžně dostupné dehydrátory.

Tabulka termodynamických hodnot

Teplota (°C)	Tlak (kPa)	Kapalina hustota (kg/m³)	Pára hustota (kg/m³)	Kapalina entalpie (kJ/kg)	Pára entalpie (kJ/kg)	Kapalina Cv (kJ/kg-K)	Pára Cv (kJ/kg-K)	Kapalina Cp (kJ/kg-K)	Pára Cp (kJ/kg-K)
-50	82.9	1356.01	2.86	136.66	376.92	0.8248	0.6381	1,2839	0,7548
-45	106	1340.97	3.67	143.11	379.92	0.829	0.6515	1,2931	0,7723
-40	133.9	1325.72	4.65	149.61	382.88	0.8335	0.6653	1,3029	0,7907
-35	167.3	1310.22	5.82	156.16	385.8	0.8381	0.6794	1,3136	0,8101
-30	206.8	1294.46	7.22	162.77	388.68	0.8429	0.6937	1,3252	0,8304
-25	253.2	1278.41	8.87	169.44	391.5	0.848	0.7083	1,3377	0,8517
-20	307.2	1262.03	10.8	176.18	394.27	0.8532	0.7231	1,3512	0,8742
-15	369.7	1245.29	13.5	182.99	396.97	0.8586	0.738	1,3659	0,8979
-10	441.4	1228.15	15.65	189.87	399.6	0.8642	0.7532	1,3818	0,923
-5	523.1	1210.57	18.66	196.84	402.15	0.87	0.7685	1,3992	0,9496
0	615.8	1192.5	22.12	203.89	404.6	0.876	0.7839	1,4184	0,9781
5	720.4	1173.87	26.9	211.05	406.95	0.8823	0.7995	1,4395	1,0087
10	837.7	1154.62	30.63	218.31	409.19	0.8888	0.8151	1,463	1,0418
15	968.6	1134.68	35.82	225.68	411.29	0.8955	0.831	1,4892	1,0782
20	1114.2	1113.94	41.75	233.18	413.24	0.9026	0.8472	1,5189	1,1187
25	1275.4	1092.29	48.52	240.83	415.03	0.91	0.8639	1,5527	1,1646
30	1453.3	1069.6	56.27	248.63	416.61	0.9179	0.8812	1,5918	1,2175
35	1648.8	1045.7	65.17	256.61	417.96	0.9262	0.8994	1,638	1,2796
40	1862.9	1020.37	75.41	264.79	419.04	0.9352	0.9187	1,6935	1,3542
45	2096.9	993.31	87.28	273.21	419.8	0.9451	0.9393	1,7624	1,4459
50	2351.9	964.09	101.15	281.91	420.18	0.9561	0.9615	1,8509	1,5622
55	2628.9	932.1	117.56	290.97	420.06	0.9689	0.9856	1,9701	1,7158

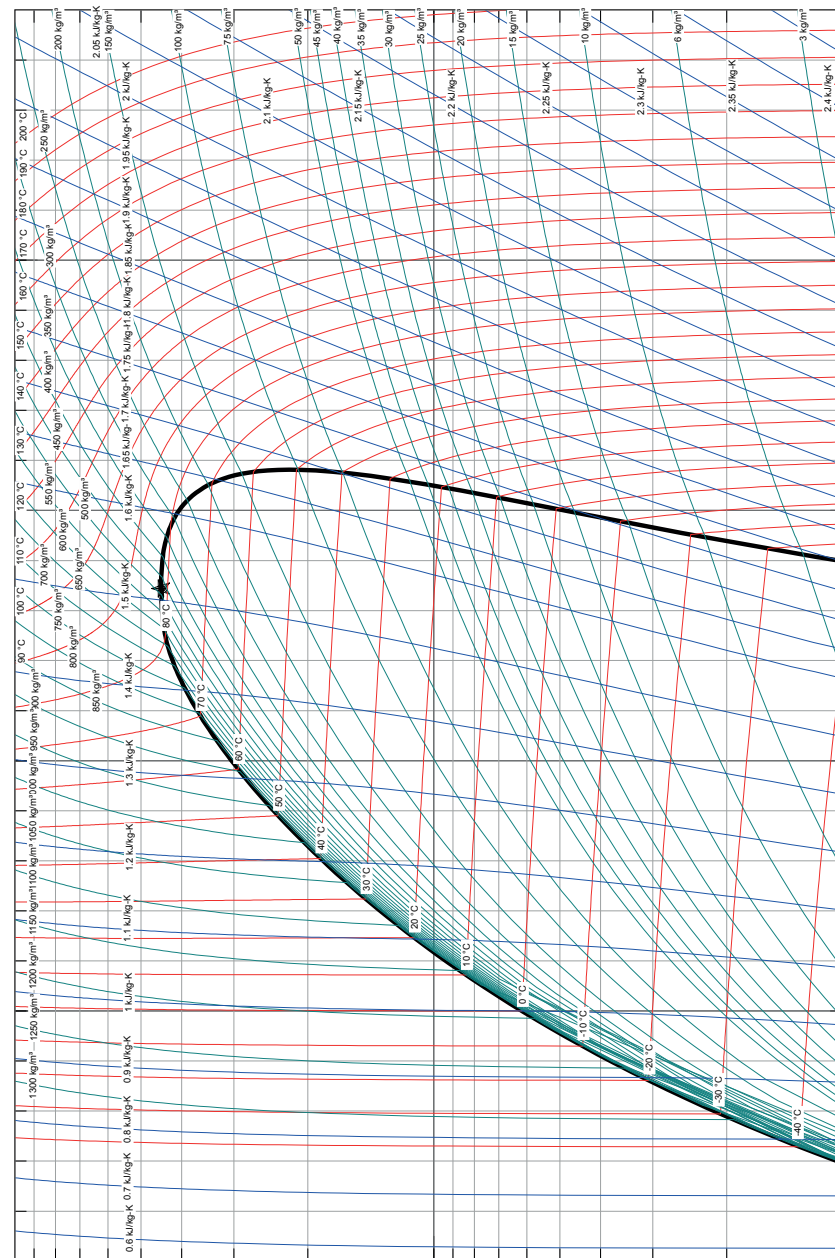
Základní fyzikální vlastnosti

Chemický název	R32/R125/R134a/R1234ze/R1234yf
Poměr složek	26/26/21/7/20%
Molární hmotnost (g/mol)	86,3
Bod varu °C při 101,3kPa	-45,9
Teplotní skluz	5,5
Kritická teplota °C	83,7
Kritický tlak kPa	4656
GWP	1273
ODP (R11=1)	0
Zařazení ASHRAE 34	A1
Dolní mez výbušnosti % obj.	nehořlavý
Horní mez výbušnosti % obj.	nehořlavý



Jedná se o F-plyn s nízkou hodnotou GWP

diagram R448A



Tlak (bar)

Honeywell

Enthalpie (kJ/kg)

Referenční stav:
h = 200 kJ/kg, s = 1.00 kJ/kg
sat. liq při 0 °C

Honeywell

Honeywell Belgium N.V.
Interleuvenlaan 15i
3001 Heverlee - Belgie
www.honeywell-refrigerants.com/europe

 **SCHIESSL**

Schiesl, s.r.o.
Jabloňová 49
106 00 Praha 10
www.schiesl.cz

Schiesl, s.r.o
Považská 16
940 01 Nové Zámky
www.schiesl.sk