TCS Solder Alloy Solutions Database (TCSLD4)

Technical Information

Available Starting with Thermo-Calc Version 2021b

Document created 5/25/2021

Contents

About the TCS Solder Alloy Solutions Database (TCSLD)

TCSLD: TCS Solder Alloy Solutions Database Revision History

TCS Solder Alloy Solutions Database (TCSLD) is a thermodynamic database for solder alloys that contains all the important solder alloy systems, e.g., Sn-/Au-/Bi-/Zn-based solders and Cu, Ni, Pd and so forth and the relevant substrate or metallization materials. In addition to thermodynamic data, it has properties data available for molar volume with thermal expansion coefficients. The current version of the database is TCSLD4.

The database enables pre-screening of potential solder candidate compositions, predictions of various thermodynamic properties and phase equilibria, and provides information on possible interfacial reactions. The results from these predictions can be applied to eliminate candidate solder alloys for which the calculations reveal unsuitable freezing temperature ranges and undesired phases from further testing, and thus to accelerate design of new solder alloys as well as to improve the understanding of existing solder alloys in terms of their processing and in-service behavior. The database is validated where possible against commercial solder alloys and available experimental information.

The CALPHAD Method

The Thermo-Calc databases are developed with the CALPHAD approach based on various types of experimental data and theoretical values (e.g. those from first-principles calculations). It is based on the critical evaluation of binary, ternary, and for some databases, important higher order systems. This enables predictions to be made for multicomponent systems and alloys of industrial importance. Among these, the thermodynamic database is of fundamental importance.

Learn more on our website about the CALPHAD Method and how it is applied to the Thermo-Calc databases.

Use Case Examples

There are examples available to both demonstrate the *validation* of the database and to showcase the types of *calculations* that can be used for different materials or application area.

A range of properties can easily be calculated with TCSLD4, including:

- Liquidus and solidus temperatures as a function of compositions.
- Isothermal or vertical section phase diagrams.
- Phase formation, phase fractions and phase compositions.

- Thermodynamic driving force for the formation of intermetallic compounds (IMCs).
- Predict non-equilibrium solidification behavior of solder alloys. This can be at specific cooling rates when using the 'Back diffusion in primary phase' option with the Scheil Calculator.

By using the Diffusion Module (DICTRA) in conjunction with a suitable mobility database, diffusion-controlled interface reactions during the soldering process can be simulated so that the reliability of solder joints can be predicted to a certain extent, for example to:

- Predict the growth of intermetallic compounds
- Simulate the dissolution of substrate

Combining Databases

It is possible to combine several databases to make calculations using Thermo-Calc. For more information related to a specific type of problem, contact one of our support specialists at info@thermocalc.com. The experts are available to make recommendations on the most suitable database to use for your needs.

TCS Solder Alloy Solutions Database (TCSLD) Resources

Information about the database is available on our website and in the Thermo-Calc software online Help.

- **Website**: On our website the information is both searchable and the database specific PDFs are available to download.
- **Online Help**: Technical database information is included with the Thermo-Calc software online Help. When in Thermo-Calc, press F1 to search for the same information as is contained in the PDF documents described. Depending on the database, there are additional examples available on the website.

Database Specific Documentation

- The *TCSLD: TCS Solder Alloy Solutions Database Technical Information* PDF document contains version specific information such as the binary and ternary assessed systems, phases and models. It also includes a list of the included elements and summaries of the database revision history by version.
- The *TCSLD: TCS Solder Alloy Solutions Database Examples Collection* PDF document contains a series of validation examples using experimental data, and a set of calculation examples showing some of the ways the database can be used.

Go to the Solder Alloys Databases page on our website where you can access an examples collection and the technical information plus learn more about the compatible kinetic database. Also explore further applications of Thermo-Calc to solders including links to resources such as examples, publications, and more.

Learn more on our website about the CALPHAD Method and how it is applied to the Thermo-Calc databases.

TCSLD4 Elements, Systems, Phases, and Properties Data

Included Elements

There are 21 elements included in the most recent version of the database.

Ag	Al	Au	Bi	Ca	Cd	Co	Cu	Ga	Ge	In
Mg	Mn	Ni	Pb	Pd	Pt	Sb	Si	Sn	Zn	

Assessed Systems and Phases

The most recent version of the database contains:

- 142 binary systems, which can be calculated with the BINARY module in Thermo-Calc Console Mode.
- 72 ternary systems, which can be calculated with the TERNARY module in Thermo-Calc Console Mode.
- 272 solution and intermetallic phases, which covers all the important solder alloy phases.

In most cases, the phases having the same crystal structure are merged as the same phase. The GAS phase is rejected by default when retrieving data from the database. You must manually restore it when it is required for a calculation.

In Console Mode, you can list phases and constituents in the Database (TDB) module and the Gibbs (GES) module. For some phases, supplementary information is included in the definitions. To show the information, it is recommended in the Database (TDB) module to use the command LIST_SYSTEM with the option `Constituents`.

Properties Data

Molar volume, surface tension, and viscosity properties data are included with the database.

For more information about the various thermophysical models, and when in Thermo-Calc, press F1 to search the online help. The details are found under a *General Reference* section.

You can find information on our website about the thermophysical properties that can be calculated with Thermo-Calc and the Add-on Modules. Additional resources are added on a regular basis so keep checking back or subscribe to our newsletter.

Below is a summary of the available parameters and variables for this database when working in Thermo-Calc. There are differences when you are working in Console Mode versus Graphical Mode as well as if you use the TC-Python SDK. More details are described in the online help.

Property	Model Parameters	Variables to Show or Plot in Console Mode and TC-Python
Surface tension	SIGM, XI	`SURF(LIQUID)`
Dynamic viscosity	VISC	`DVIS(LIQUID)`
Kinematic viscosity		`KVIS(LIQUID)`
Molar volume	V0, VA	VM for a system `VM(PHI)` for phase PHI

TCSLD4 Systems

In this section:

TCSLD4 Assessed Binary Systems

Low temperature ordered phases are not fully included in Au-Cu, Co-Pt, Cu-Pd, Cu-Pt, Ni-Pt.

	Ag	Al	Au	Bi	Ca	Cd	Co	Cu	Ga	Ge	In	Mg	Mn	Ni	Pb	Pd	Pt	Sb	Si	Sn	Zn
Al	2																				
Au	2	2																			
Bi	2	2	2																		
Ca		2																			
Cd																					
Co	2	2	2	2																	
Cu	2	2	2	2		2	2														
Ga	2	2		2				2													
Ge	2	2	2	2			2	2	2												
In	2	2	2	2			2	2	2	2											
Mg		2							2												
Mn								2													
Ni	2	2	2	2			2	2		2	2										
Pb	2	2	2	2	2	2	2	2		2	2	2		2							
Pd	2	2	2	2			2	2			2			2	2						
Pt	2	2	2	2			2	2	2	2	2			2	2						
Sb	2	2	2	2		2	2	2	2	2	2			2	2	2	2				
Si	2	2	2	2			2	2		2	2			2	2	2	2	2			
Sn	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2		
Zn	2	2	2	2		2	2	2	2	2	2	2		2	2	2		2	2	2	

TCSLD4 Assessed Ternary Systems

In the table, * indicates low temperature ordered phases are not included.

Ternary Systems			
Ag-Al-Cu	Ag-Au-Bi	Ag-Au-Cu*	Ag-Au-Ge
Ag-Au-Ni	Ag-Au-Pb	Ag-Au-Sb	Ag-Au-Si
Ag-Au-Sn	Ag-Bi-Cu	Ag-Bi-In	Ag-Bi-Sb
Ag-Bi-Sn	Ag-Cu-In	Ag-Cu-Pb	Ag-Cu-Pd
Ag-Cu-Sn	Ag-In-Pd	Ag-In-Sb	Ag-In-Sn
Ag-Ni-Sn	Ag-Sb-Sn	Ag-Sb-Zn	Ag-Sn-Zn
Al-Bi-Sn	Al-Bi-Zn	Al-Cu-Sn	Al-Cu-Zn
Al-Ga-Zn	Al-Ge-Zn	Al-Mg-Zn	Al-Pb-Sn
Al-Sn-Zn	Au-Bi-Sb	Au-Bi-Sn	Au-Co-Sn

Ternary Systems			
Au-Cu-Sb*	Au-Ge-Sn	Au-In-Sb	Au-In-Sn
Au-Ni-Sn	Au-Pb-Sn	Au-Pt-Sn	Au-Sb-Sn
Au-Si-Sn	Bi-Cu-Sb	Bi-Cu-Sn	Bi-In-Pb
Bi-In-Sn	Bi-Pb-Sn	Bi-Sb-Sn	Bi-Sn-Zn
Ca-Pb-Sn	Cd-Pb-Sn	Cd-Sb-Zn	Co-Ni-Sb
Cu-In-Sn	Cu-Mn-Sn	Cu-Ni-Pb	Cu-Ni-Sn
Cu-Pb-Sn	Cu-Si-Zn	Cu-Sn-Zn	Ga-Ge-Pt
Ga-Sn-Zn	Ge-Sb-Sn	In-Ni-Sn	In-Pb-Sn
In-Sb-Sn	In-Sn-Zn	Pb-Sb-Sn	Pb-Sn-Zn

TCSLD4 Phases

In this section:

Common Phases for the Solder Alloys

The following lists common phase names and the corresponding Thermo-Calc database phase names for some key solder systems.

Name in the Database	Common Name and Description
FCC_A1	Substrate material such as copper, nickel, silver, palladium
CU6SN5_HT_NIAS	Cu6Sn5, or η phase, a common intermetallic compoud which forms at the solder/substrate interface.
CU3SN	Cu3Sn, or ε phase, a common intermetallic compoud which forms at the solder/substrate interface.
NI3SN4	Ni3Sn4, a common intermetallic compoud which forms at the interface between solder alloy and Ni substrate.

TCSLD4 Models for the Included Phases

Phase Models	
GAS: G : E- AG AG1/+1 AG1AL1 AG1AU1 AG1CU1 AG2 AL AL1/+1 AL1/-1 AL1AU1 AL1CU1 AL1SB1 AL2 AU AU1/+1 AU1/-1 AU1CO1 AU1CU1 AU1SI1 AU2 BI BI1/+1 BI2 BI3 BI4 CO CO1/+1 CO1/-1 CO2 CU CU1/+1 CU1/-1 CU2 GE GE1/+1 GE2 IN IN1/+1 IN1SB1 IN1SB2 IN2 NI NI1/+1 NI1/-1 NI2 PB PB1/+1 PB1/-1 PB2 PD PD1/+1 PT PT1/+1 PT1/-1 SB SB1/+1 SB1/-1 SB2 SB3 SB4 SI SI1/+1 SI1/-1 SI2 SI3 SN SN1/+1 SN2 ZN ZN1/+1 ZN1/-1 : > Ideal GASEOUS mixture phase (Ideal EOS & Ideal Mixing).	
LIQUID: L :AG AL AU BI CO CU GE IN NI PB PD PT PT SN SB SI SN ZN : > Metallic LIQUID solution phase	
FCC_A1 :AG AL AU BI CO CU GE IN NI PB PD PT SB SI SN ZN: VA: > Disordered FCC_A1 solution phase, e.g. (Ag), (Au), (Cu), (Ni) etc.	2 SUBL : 1 : 1 :
FCC_L12 : AG AL AU BI CO CU GE IN NI PB PD PT SB SI SN ZN:AG AL AU BI CO CU GE IN NI PB PD PT SB SI SN ZN : VA : > Solution of ordered FCC_L12, having Gibbs energy contribution from FCC_A1	3 SUBL : 0.75 : 0.25 : 1 :
BCC_A2 :AG AL AU BI CO CU GE IN NI PB PD PT SB SI SN ZN VA : VA : > Disordered BCC_A2 solution phase	2 SUBL : 1 : 3 :
BCC_B2	3 SUBL: 0.5 : 0.5 : 3 :

Phase Models	
:AG AL AU BI CO CU GE IN NI PB PD PT SB SI SN ZN VA : AG AL AU BI CO CU GE IN NI PB PD PT SB SI SN ZN VA : VA : > Solution of ordered BCC_B2, having Gibbs energy contribution from BCC_A2	
CBCC_A12 : CU MN NI SI SN : VA : > Disordered CBCC_A12 solution phase; also for pure Mn	2 SUBL: 1 : 1 :
CUBIC_A13 : AG AL CO CU NI SI : > CUBIC_A13 solution phase	
BCT_A5 : AG AL BI CU IN NI PB SB SI SN ZN : > Disordered BCT solution phase; also for pure Sn	
HCP_A3 : AG AL AU BI CO CU GE IN NI PB PD PT SB SI SN ZN : VA : > Disordered HCP_A3 solution phase; also for pure Co	2 SUBL: 1 : 0.5 :
HCP_ZN : AG AL AU BI CO CU GE IN NI PB PD PT SB SI SN ZN : VA : > Disordered HCP_ZN solution phase; also for pure Zn	2 SUBL: 1 : 0.5 :
DIAMOND_A4 : AG AU GA GE SB SI SN : > Disordered DIAMOND solution phase; also for pure Ge and Si	
ORTHORHOMBIC_GA : GA :	
RHOMBOHEDRAL_A7 : AG AU BI GE IN PB SB SN ZN : > Disordered RHOMBOHEDRAL solution phase; also for pure Bi and Sb	
TETRAGONAL_A6 : AL BI IN PB SB SN ZN : > Disordered TETRAGONAL solution phase; also for pure In	
AL2CU_C16 : AG AL AU CO CU PD : AL IN PB SN : > $AgIn_2$, Al_2Cu, $AuPb_2$, $CoSn_2$, Pb_2Pd	2 SUBL : 0.33333 : 0.66667 :

Phase Models	
CU5ZN8_GAMMA_D83 : AG AL IN NI SI ZN : AG AL CU IN NI SI ZN : AG CU IN SN ZN : > Ag_9In_4, Ag_5Zn_8, Al_4Cu_9, Cu_5Zn_8, In_7Ni3, Ni_5Zn_8	3 SUBL : 4 : 1 : 8 :
AG2GA : AG : AG GA VA :	3 SUBL : 2 : 2 : 1 :
AG3GA2	3 SUBL : 2 : 3 : 2 : : AG : GA :
AG15PT17 : AG : PT :	2 SUBL : 0.46875 : 0.53125 :
AG3SB_LT_CU3TI : AG SB : AG SB : > Metastable Ag_3Sb_LT (Cu3Ti structure) phase	2 SUBL : 0.75 : 0.25 :
AG3SN_L60_CU3TI : AG AU CO CU NI SB ZN : AG AU BI IN NI SB SN : > Ag_3Sb, Ag_3Sn, Au_3In, Cu_3Sb, Ni_3Sb, τ_1 in Cu-Ni-Sn	2 SUBL : 0.75 : 0.25 :
AGZN_ZETA : AG PB SN ZN : > AgZn_Zeta	
AL2AU_C1_CAF2 : AG AL AU CU GA GE IN MG SB SI SN : AL AU CO NI PB PT SN : > Al_2Au, Al_2Pt, $AuIn_2$, $CoSi_2$, In_2Pt, Mg_2Pb,Mg_2Sn,$NiSi_2$, $PtSn_2$	2 SUBL : 0.66667:0.33333:
ALAU_B31 : AL GA GE PD SI SN : AU CU NI PD PT VA : > AlAu, NiGe, GePt, NiSi, PdSi, PdSn, PtSi	2 SUBL : 0.5 : 0.5 :
ALAU2_HT : AL AU : AL AU :	2 SUBL : 1 : 2 :
ALAU2_LT : AL : AL AU CU: > $AlAu_2$_LT	2 SUBL : 1 : 2 :
ALAU4_HT : AL AU : AU :	2 SUBL : 1 : 4 :

Phase Models	
ALAU4_LT : AL : AG AU : > $AlAu_4$_LT	2 SUBL : 0.2 : 0.8 :
AL4CA : AL : CA : > Al_4CA	2 SUBL : 4 : 1 :
AL14CA13 : AL : CA :	2 SUBL : 14 : 13 :
AL3CA8 : AL : CA :	2 SUBL : 3 : 8 :
AL3AU8 : AL : AU :	2 SUBL : 0.27273: 0.72727:
AL13CO4 : AL : CO :	2 SUBL : 13 : 4 :
AL3CO : AL : CO :	2 SUBL : 3 : 1 :
AL5CO2_D811 : AL : CO :	2 SUBL : 5 : 2 :
AL9CO2 : AL : CO :	2 SUBL : 9 : 2 :
ALCU_GAMMA_HT : AL ZN : AL CU ZN : AG CU : > Al_4Cu_9	3 SUBL : 4 : 1 : 8 :
ALCU_ETA : AL CU : AG CU ZN : > AlCu_Eta	2 SUBL : 0.5 : 0.5 :
CU6SN5_HT_NIAS : AG AU CO CU NI PD PT VA : AG AL BI CU GE IN NI PB SB SI SN : CO CU NI PD VA : > $AlCu\_D8_1$, AuSn_Delta, BiNi, CoSb_Beta, Co_3Sn_2, Cu_2In_HT, $Cu6Sn_5$_HT, Ge_3Ni_5_HT, $InNi_2$_HT, Mn(2-x)Sn, NiSb, $Ni3Si_2$_HT, $Ni3Sn_2$, Pb_3Pd_5_Gamma, PbPt, PdSb, Pd_2Sn_HT, PtSn	3 SUBL : 1 : 1 : 1 :

Phase Models	
ALCU_ZETA : AG CU : AL IN : > AlCu_Zeta, $Cu_{11}In_9$	2 SUBL : 0.55 : 0.45 :
AL2CU3_DELTA : AL : AG CU : > Al_2Cu_3	2 SUBL : 0.4 : 0.6 :
ALMG_BETA : MG : AL ZN :	2 SUBL : 89 : 140 :
ALMG_EPS : MG : AL ZN :	2 SUBL : 23 : 30 :
ALMG_GAMMA : MG : AL MG ZN : AL MG ZN :	3 SUBL : 5 : 12 : 12 :
AL3NI2_D513 : AG AL AU GA GE IN PD SN : AL AU IN NI PD PT : IN NI VA : > Al_3Ni_2, Al_3Pd_2, Al_3Pt_2, Au_3In_2, In_3Ni_2, In_3Pd_2, In_3Pt_2	3 SUBL : 0.6 : 0.4 : 0.2 :
AL3NI_D011 : AL PD PT : NI SI : > The Al_3Ni, Pd_3Si, Pt_3Si_HT	2 SUBL : 0.75 : 0.25 :
AL3NI5 : AL : NI :	2 SUBL : 0.375 : 0.625 :
AL21PT8_TI116 : AL : PD PT : > $Al_{21}Pd_8$, $Al_{21}Pt_8$	2 SUBL : 21 : 8 :
AL2PD5 : AL : AL PD :	2 SUBL : 2 : 5 :
AL3PD : AL : PD :	2 SUBL : 3 : 1 :
ALPD : AL PD : PD VA :	2 SUBL : 1 : 1 :
AL3PD5_OP16 : AL IN: PD PT :	2 SUBL : 3 : 5 :

Phase Models	
> Al_3Pd_5, Al_3Pt_5, In_3Pd_5	
AL4PD : AL : PD :	2 SUBL : 4 : 1 :
CO2SI_C23 : AL CO IN PB PD SI SN ZN : AL CA CO NI PD PT SI : > $AlPd_2$, $AlPt_2$, Ca_2Sn,Co_2Si, $InPd_2$, Ni_2Si, Pd_2Sn, Pd_2Zn	2 SUBL : 1 : 2 :
AL21PT5 : AL : PT :	2 SUBL : 0.80769 : 0.19231 :
COSI_B20 : AL CO SI : CO PT SI : > AlPt, CoSi	2 SUBL : 0.5 : 0.5 :
INSB_CF8 : AL AU IN : SB : > AlSb, InSb	2 SUBL : 0.5 : 0.5 :
AU9IN4_GAMMA_D83 : AU CU : AL AU CU IN : AU AL CU IN SI : AL IN SI SN : > Au_9In_4	4 SUBL: 0.61539 : 0.07692 : 0.23077 : 0.07692 :
AUIN_BETA : AU : IN :	2 SUBL: 0.785 : 0.215 :
AUIN_BETA_PRIME : AU : IN :	2 SUBL : 0.77778: 0.22222:
AU7IN3 : AU : IN :	2 SUBL : 0.7 : 0.3 :
AUIN : AU : IN SB SN : > AuIn	2 SUBL : 0.5 : 0.5 :
AU10SN_D024 : AU GE IN SN : > The AuIn_Alpha1, AuSn_Beta	
AUPB3 : AU : PB :	2 SUBL : 0.25 : 0.75 :

Phase Models	
AUSB2_C2 : AU CO NI PD : BI IN SB SN : > $AuSb_2$, $CoSb_2$, $NiSb_2$, $PdSb_2$	2 SUBL : 0.33333 : 0.66667 :
AUSN2_OP24 : AU CU PT : BI SN : > $AuSn_2$, Bi_2Pt	2 SUBL : 0.33333 : 0.66667 :
AUSN_ZETA_PRIME : AU : IN SN : > AuSn_Zeta_Prime	2 SUBL : 0.84 : 0.16 :
AUSN4_OS20 : AU CU NI PD PT : IN PB PD SN : > $AuSn_4$, $PdSn_4$, $PtSn_4$	2 SUBL : 0.2 : 0.8 :
AU5ZN8_GAMMA : AU NI ZN : AU NI SN ZN : AU NI SN ZN : SN ZN : > Au_5Zn_8	4 SUBL : 2 : 2 : 3 : 6 :
EPSILON_HCP : AG AU BI CU IN PB SN ZN : > $AuZn_9$	
AU3ZN_ALPHA1 : AU : AU ZN : ZN :	3 SUBL : 3 : 1 : 1 :
AU3ZN_ALPHA2 : AU : ZN :	2 SUBL : 0.75 : 0.25 :
AU4ZN_ALPHA3 : AU : AU ZN : ZN :	3 SUBL : 18 : 7 : 3 :
AUZN3_GAMMA2 : AU : ZN :	2 SUBL : 1 : 3 :
AUZN4_GAMMA3 : AU : AU ZN : ZN :	3 SUBL : 0.12 : 0.16 : 0.72 :
AU5ZN3 : AU : ZN :	2 SUBL : 5 : 3 :

Phase Models	
AU11ZN14 : AU : ZN :	2 SUBL : 11 : 14 :
AUZN : AU ZN : AU ZN :	2 SUBL : 0.5 : 0.5 :
AU15ZN85_EPSILON_PRIME : AU : ZN :	2 SUBL :0.15:0.85:
BI3IN5_D81 : IN : BI SN : > Bi_3In_5	2 SUBL : 0.625 : 0.375 :
BIIN2_HP6 : IN NI : IN NI SN : BI IN SN : > $BiIn_2$, $InNi_2$_LT	3 SUBL : 1 : 1 : 1 :
BIIN_B10 : BI SN : IN : > BiIn	2 SUBL: 0.5 : 0.5 :
INSN_A6 : BI IN PB SB SN : > InSn_A6 solution phase	
BI3NI : BI : NI :	2 SUBL : 0.75 : 0.25 :
BI2PD : BI : PD :	2 SUBL : 0.666 : 0.334 :
BIPD : BI : PD :	2 SUBL : 0.5 : 0.5 :
BI3PD5 : BI PD : VA :	2 SUBL : 1 : 1 :
BIPD3 : BI : PD :	2 SUBL : 0.25 : 0.75 :
BI3PT2	2 SUBL : 3 : 2 :

Phase Models	
: BI : PT :	
BIPT : BI : PT :	2 SUBL : 1 : 1 :
C15_LAVES : AG AL AU CA CU : AL BI CA CU PB : > Au_2Bi, Au_2Pb,Al_2Ca	2 SUBL : 0.66667 : 0.33333 :
CA5SN3 : CA : SN :	2 SUBL : 0.625 : 0.375 :
CA36SN23 : CA : SN :	2 SUBL : 0.61 : 0.39 :
CA31SN20 : CA : SN :	2 SUBL : 0.608 : 0.392 :
CA7SN6 : CA : SN :	2 SUBL : 0.53846 : 0.46154 :
CASN : CA : SN :	2 SUBL : 0.5 : 0.5 :
CASN3 : CA : SN :	2 SUBL : 0.25 : 0.75 :
CD10CU3 : CD : CU :	2 SUBL : 0.7692 : 0.2308 :
CD8CU5 : CU : CD CU : CU : CU CD :	4 SUBL : 2 : 3 : 2 : 6 :
CD3CU4 : CD : CU :	2 SUB : 0.4286 : 0.5714 :
CDCU2 : CD : CU :	2 SUBL : 1 : 2 :
CO3GE : CO : GE :	2 SUBL : 0.75 : 0.25 :

Phase Models	
CO5GE2 : CO : GE :	2 SUBL : 0.714 : 0.286 :
CO5GE3 : CO VA : CO : CO GE :	3 SUBL : 0.125 : 0.5 : 0.375 :
CO5GE3_ALPHA : CO : GE :	2 SUBL : 0.625 : 0.375 :
CO5GE7 : CO : GE :	2 SUBL : 0.417 : 0.583 :
COGE : CO GE : CO GE :	2 SUBL : 0.5 : 0.5 :
COGE2 : CO : GE :	2 SUBL : 0.333 : 0.667 :
COIN2 : CO : IN :	2 SUBL : 1 : 2 :
COIN3 : CO : IN :	2 SUBL : 1 : 3 :
CA5PB3 : CA : PB :	2 SUBL : 0.625 : 0.375 :
CAPB : CA : PB :	2 SUBL : 0.5 : 0.5 :
CAPB3 : CA : PB :	2 SUBL : 0.25 : 0.75 :
COSB3_DELTA : CO NI : SB : > $CoSb_3$_Delta	2 SUBL : 0.25 : 0.75 :
CO3SI_HT : CO CU NI SB SI SN : CO CU NI SN : CO CU NI : > Co_3Si_HT	3 SUBL : 0.25 : 0.25 : 0.5 :
CO2SI_HT	2 SUBL : 0.6667 :

Phase Models	
: CO SI : CO SI :	0.3333 :
COSN_HP6 : CO NI : IN SN : > CoSn, InNi	2 SUBL : 0.5 : 0.5 :
COSN3_OS32 : CO PB PD : PD SN : > $CoSn_3$, $PdSn_3$	2 SUBL : 0.25 : 0.75 :
COZN_LT : CO ZN : VA :	2 SUBL : 1 : 1 :
COZN_HT : CO ZN : VA :	2 SUBL : 1 : 1 :
COZN_GAMMA : CO ZN : VA :	2 SUBL : 1 : 1 :
COZN_DELTA : CO : ZN :	2 SUBL : 0.117647 : 0.882353 :
COZN_GAMMA1 : CO : ZN :	2 SUBL : 0.125 : 0.875 :
COZN_GAMMA2 : CO : ZN :	2 SUBL : 7.14286E-2 : 0.928571 :
CU9GA4_1 : CU : CU GA : CU GA : GA :	4 SUBL : 6 : 3 : 3 : 1 :
CU9GA4_2 : CU : CU VA : CU GA : GA :	4 SUBL : 3 : 3 : 3 : 4 :
CU9GA4_3 : CU VA : CU GA : GA :	3 SUBL : 6 : 3 : 4 :
CUGA2 : CU : GA :	2 SUBL : 1 : 2 :
CUGA_THETA : CU : GA :	2 SUBL : 0.778 : 0.222 :

Phase Models	
CU3GE_ETA : CU : GE : 	2 SUBL : 0.75 : 0.25 :
CU3GE_EPSILON : CU : GE : 	2 SUBL : 0.765 : 0.235 :
CU3GE_THETA : CU : GE : 	2 SUBL: 0.735 : 0.265 :
CU3IN_GAMMA : AG CU : AG CU IN : IN SN : > Cu_3In_Gamma	3 SUBL : 0.654 : 0.115 : 0.231 :
CU2IN_LT : CU : IN : 	2 SUBL : 0.64 : 0.36 :
CU7IN3_DELTA : CU : IN SN : > Cu_7In_3_Delta	2 SUBL : 0.7 : 0.3 :
CUPD : CU PD : CU PD : VA : 	3 SUBL : 0.5 : 0.5 : 1 :
CU17SB3_HT : CU : SB : 	2 SUBL : 0.85 : 0.15 :
CU10SB3_HT : CU : SB : 	2 SUBL : 0.77 : 0.23 :
CU2SB : CU : SB : 	2 SUBL : 0.67 : 0.33 :
CU11SB3 : CU : SB : 	2 SUBL : 0.8 : 0.2 :
CU33SI7_A13 : CO CU ZN : SI ZN : > $Cu_{33}Si_7$_Gamma	2 SUBL : 0.835821 : 0.164179 :
CU15SI4_EPSILON : CU ZN : SI : 	2 SUBL : 0.789474 : 0.210526 :

Phase Models	
> $Cu_{15}Si_4$_Epsilon	
CU9SI2_DELTA : CU ZN : SI : > Cu_9Si_2_Delta	2 SUBL : 0.825 : 0.175 :
CU19SI6_ETA : CU ZN : SI : > $Cu_{19}Si_6$_Eta	2 SUBL : 0.76 : 0.24 :
CU3SN : AU CU : CU IN SB SN : > Cu_3Sn	2 SUBL : 0.75 : 0.25 :
CU41SN11 : CU : IN SN : > $Cu_{41}Sn_{11}$	2 SUBL : 0.788 : 0.212 :
CU10SN3 : CU NI : SN : > $Cu_{10}Sn_3$	2 SUBL : 0.769 : 0.231 :
CU6SN5_LT : CU : SN :	2 SUBL : 0.545 : 0.455 :
GA6PT : GA GE : PT :	2 SUBL : 0.857 : 0.143:
GA7PT3 : GA GE : PT :	2 SUBL : 0.7 : 0.3 :
GAPT : GA GE : PT :	2 SUBL : 0.5 : 0.5 :
GA3PT5 : GA GE : PT :	2 SUBL : 0.375 : 0.625 :
GAPT2 : GA GE : PT:	2 SUBL : 0.333 : 0.667 :
GAPT3	2 SUBL : 0.25 : 0.75 :

Phase Models	
: GA PT GE : GA PT :	
GENI3_HT : NI : GE :	2 SUBL : 0.744 : 0.256 :
GE2NI5_HT : NI : GE :	2 SUBL : 0.72 : 0.28 :
GENI2 : NI : GE :	2 SUBL : 0.665 : 0.335 :
GE3NI5_C2 : NI PD : GE PB : > Ge_3Ni_5, Pb_3Pd_5	2 SUBL : 0.625 : 0.375 :
GEPT3_MS16 : GA GE PT SI : NI PT : > $GePt_3$, $Ni_{25}Si_9$, Pt_3Si_LT	2 SUBL : 0.25 : 0.75 :
GE2PT : GA GE : PT :	2 SUBL : 0.66667 : 0.33333 :
GE3PT2 : GA GE : PT :	2 SUBL : 0.6 : 0.4 :
GE2PT3 : GA GE : PT :	2 SUBL : 0.4 : 0.6 :
GEPT2 : GA GE : PT :	2 SUBL : 0.333 : 0.667 :
IN9NI13 : NI VA : IN SN : NI : > In_9Ni_{13}	3 SUBL : 1 : 1 : 1 :
INNI_DELTA : NI VA : IN NI :	2 SUBL : 1 : 1 :
MG7ZN3 : MG : ZN :	2 SUBL : 51 : 20 :
MGZN	2 SUBL : 12 : 13 :

Phase Models	
: MG : AL CU ZN :	
MG2ZN3 : MG : AL CU ZN :	2 SUBL : 2 : 3 :
C14_LAVES : AL MG ZN : AL MG ZN : > $MgZn_2$	2 SUB : 2 : 1 :
MG2ZN11 : AL ZN : ZN : MG : > Mg_2Zn_{11}	3 SUBL : 5 : 6 : 2 :
MG5GA2 : MG : GA :	2 SUBL : 0.7143 : 0.2857 :
MG2GA : MG : GA :	2 SUBL : 0.6667 : 0.3333 :
MGGA : MG : GA :	2 SUBL : 0.5 : 0.5 :
MGGA2 : MG : GA :	2 SUBL : 0.3333 : 0.6667 :
MG2GA5 : MG : GA :	2 SUBL : 0.2857 : 0.7143 :
MN3SN2 : MN : SN :	2 SUBL : 3 : 2 :
NI3SN_D019 : AU CO CU NI SN : IN NI SI SN : > $InNi_3$, Ni_3Sn_LT	2 SUBL : 0.75 : 0.25 :
B2_INPD : AG IN PD : VA PD : > InPd	2 SUB : 0.5 : 0.5 :
IN7PD3 : IN : PD :	2 SUBL : 0.71 : 0.29 :

Phase Models	
INPD2_BETA : IN : PD :	2 SUBL : 0.34 : 0.66 :
INPD3_ALPHA : IN : AG PD : > $InPd_3$_LT	2 SUBL : 0.25 : 0.75 :
INPD3_BETA : IN : PD :	2 SUBL: 0.26 : 0.74 :
IN7PT3 : IN : PT :	2 SUBL : 7 : 3 :
INPT : IN PT : IN PT :	2 SUBL : 1 : 1 :
IN5PT6 : IN PT : IN PT :	2 SUBL : 5 : 6 :
IN9PT13 : IN : IN PT :	2 SUBL : 9 : 13 :
IN2PT3_ALPHA : IN : PT :	2 SUBL : 2 : 3 :
IN2PT3_BETA : IN PT : IN PT :	2 SUBL : 2 : 3 :
INPT2 : IN : PT :	2 SUBL : 1 : 2 :
INSN_GAMMA : BI IN PB SB SN : > InSn_Gamma	
NI3SB_HT : SB : CO NI VA : NI VA : > Ni_3Sb_HT	3 SUBL : 0.25 : 0.5 : 0.25 :
NI5SB2_THETA : CO NI : NI SB :	2 SUBL : 0.7143 : 0.2857 :

Phase Models	
> Ni_5Sb_2	
NI3SI_HT : NI : SI :	2 SUBL : 3 : 1 :
NI3SI2 : NI : SI :	2 SUBL : 3 : 2 :
NI5SI2 : NI : SI :	2 SUBL : 5 : 2 :
NI3SN4 : CU NI : IN NI SN : IN SN : > Ni_3Sn_4	3 SUBL : 0.25 : 0.25 : 0.5 :
NIZN_TP2 : CU NI PD ZN : NI PD ZN : > NiZn, PdZn	2 SUBL : 0.5 :0.5 :
NIZN8_DELTA : NI : ZN :	2 SUBL : 1 : 8 :
PBPD3 : PD : PB PD :	2 SUBL : 0.75 : 0.25 :
PB3PD5_BETA : PD : PB : PD VA :	3 SUBL : 1 : 1 : 1 :
PB9PD13 : PD : PB :	2 SUBL : 0.59 : 0.41 :
PBPD : PD : PB :	2 SUBL : 1 : 1 :
PBPT : AL NI PB PT SI : AL NI PT : > PbPt	2 SUBL : 0.25 : 0.75 :
PB4PT : PB : PT :	2 SUBL : 0.8 : 0.2 :
PD3SB	2 SUBL : 3 : 1 :

Phase Models	
: PD SB : SB :	
PD20SB7 : PD : SB :	2 SUBL : 20 : 7 :
PD8SB3 : PD : SB :	2 SUBL : 8 : 3 :
PD5SB2 : PD : SB :	2 SUBL : 5 : 2 :
PD2SB : PD : SB :	2 SUBL : 2 : 1 :
PD5SB3 : PD SB : PD SB :	2 SUBL : 5 : 3 :
PD21SI4 : PD SI : SI :	2 SUBL : 21 : 4 :
PD5SI : PD : SI :	2 SUBL : 5 : 1 :
PD14SI3 : PD : SI :	2 SUBL: 14 : 3 :
PD9SI2 : PD : SI :	2 SUBL : 9 : 2 :
PD15SI4 : PD : SI :	2 SUBL : 15 : 4 :
PD2SI_ALPHA : PD SI : SI :	2 SUBL : 2 : 1 :
PD2SI_BETA : PD SI : SI :	2 SUBL : 2 : 1 :
PD39SI20 : PD : SI :	2 SUBL : 39 : 20 :
PD19SI10	2 SUBL : 19 : 10 :

Phase Models	
: PD : SI :	
PD3SN : PD SN : PD SN :	2 SUBL : 0.75 : 0.25 :
PD20SN13 : PD SN : PD SN :	2 SUBL: 0.6 : 0.4 :
PDSN2 : PD SN : SN :	2 SUBL : 0.333 : 0.667 :
PD3SN2_ALPHA : PD : SN :	2 SUBL : 0.6 : 0.4 :
PD3SN2_BETA : PD : SN :	2 SUBL : 3 : 2 :
PD3SN2_GAMMA : PD : SN :	2 SUBL : 0.59 : 0.41 :
PDZN_GAMMA : PD ZN : PD ZN :	2 SUBL : 2 : 9 :
PDZN_BETA : PD ZN : PD ZN :	2 SUBL : 1 : 1 :
PDZN2 : PD : ZN :	2 SUBL : 1 : 2 :
PDZN_ETA : PD : ZN :	2 SUBL : 0.09 : 0.91 :
PT7SB : PT : SB :	2 SUBL : 0.865 : 0.125 :
PT3SB : PT : SB :	2 SUBL : 0.75 : 0.25 :
PT3SB2 : PT : SB :	2 SUBL : 0.6 : 0.4 :
PTSB	2 SUBL : 0.5 : 0.5 :

Phase Models	
: PT : SB :	
PTSB2 : PT : SB :	2 SUBL : 0.333 : 0.667 :
PT5SB : PT SB : PT SB :	2 SUBL : 0.833 : 0.167 :
PT2SI_LT_ALPHA : PT : SI :	2 SUBL : 0.66667 : 0.33333 :
PT2SI_HT_BETA : PT : SI :	2 SUBL : 0.66667 : 0.33333 :
PT6SI5 : PT : SI :	2 SUBL : 0.545 : 0.455 :
PT5SI2 : PT : SI :	2 SUBL : 0.714 : 0.286 :
PT17SI8_HT_BETA : PT : SI :	2 SUBL : 0.68 : 0.32 :
PT17SI8_LT_ALPHA : PT : SI :	2 SUBL : 0.68 : 0.32 :
PT25SI7 : PT : SI :	2 SUBL : 0.782 : 0.218 :
PT2SN3 : PT : SN :	2 SUBL : 0.4 : 0.6 :
PT3SN : PT : SN :	2 SUBL: 0.75 : 0.25 :
SBSN_B1_NACL : BI GE IN SB SN : BI GE IN PB SB SN : > SbSn	2 SUBL : 0.5 : 0.5 :
SB2SN3 : SB : AG SN : > Sb_2Sn	2 SUBL: 0.4 : 0.6 :

Phase Models	
SB9ZN11_GAMMA : SB : ZN :	2 SUBL : 0.45 : 0.55 :
SB19ZN31_ETA : SB : ZN :	2 SUBL : 0.38 : 0.62 :
SB4ZN6_ZETA : SB : ZN :	2 SUBL : 0.4 : 0.6 :
SB17ZN23_LT : SB : ZN :	2 SUBL: 0.425 : 0.575 :
SB17ZN23_HT : SB : ZN :	2 SUBL : 0.425 : 0.575 :
SBZN : SB : ZN :	2 SUBL : 0.5 : 0.5 :
ZINCBLENDE_B3 : GA : SB :	2 SUBL : 0.5 : 0.5 :
AGINPD : AG : IN : PD : > This is the AgInPd ternary phase	3 SUBL :0.156 :0.26: 0.584:
AL3CU5ZN2 : AL CU : AL : CU : ZN : > This is the $Al_3Cu_5Zn_2$ ternary phase	4 SUBL : 1 : 4 : 4 : 1 :
ALMGZN_PHI : MG : AL ZN : > a Al-Mg-Zn ternary phase known as PHI	2 SUBL : 6 : 5 :
T_PHASE : MG : AL MG : AL MG ZN : AL : > Solution $(Al,Zn)_{49}Mg_{32}$, stable in Al-Mg-Zn	4 SUBL : 26 : 6 : 48 : 1 :
AUBISN : AU : SN : BI SN : > This is the AuBiSn ternary phase	3 SUBL :0.485 :0.11: 0.405:

Phase Models	
AUCOSN4 : AU : CO : SN : > This is the $AuCoSn_4$ ternary phase	3 SUBL : 0.150002 : 0.249925 : 0.60006 :
AU2CU2SN : AU : CU : SN : > This is the Au_2Cu_2Sn ternary phase	3 SUBL : 0.4 : 0.4 : 0.2 :
AU4IN3SN3 : AU : IN SN : IN SN : > This is the $Au_4In_3Sn_3$ ternary phase	3 SUBL : 0.4 : 0.3 : 0.3 :
AUNI2SN4 : SN : AU : NI : > This is the $AuNi_2Sn_4$ ternary phase	3 SUBL : 0.571 : 0.143 : 0.286 :
AUPT2SN4_TAO : AU : PT : SN : > This is the $AuPt_2Sn_4$ ternary phase	3 SUBL : 1 : 2 : 4 :
CU77INSN23 : CU : IN SN : > This is the $C_{77}InSn_{23}$ ternary phase	2 SUBL : 0.77 : 0.23 :
CU2IN3SN : CU : IN : SN : > This is the Cu_2In_3Sn ternary phase	3 SUBL : 0.333 : 0.5 :0.167:
CU4MNSN : CU : SN : MN :	3 SUBL : 0.6666 : 0.1667 : 0.1667 :
CUNI2SN : CU : NI : SN : > Cu-Ni-Sn, τ_2	3 SUBL : 0.233 : 0.5 : 0.267 :
GA11GEPT7 : GA : GE : PT :	3 SUBL : 0.579 : 0.053 : 0.368 :
GA3GEPT8 : GA GE : PT :	2 SUBL : 0.333 : 0.667 :

Phase Models	
GAGEPT6 : GA GE : PT :	2 SUBL : 0.25 : 0.75 :
INNI6SN5 : NI : IN SN : > This is the $InNi_6Sn_5$ ternary phase	2 SUBL: 1 : 1 :

TCSLD4 Properties Data

Model Descriptions

For more information about the various thermophysical models, and when in Thermo-Calc, press F1 to search the online help. The details are found under a *General Reference* section.

You can find information on our website about the thermophysical properties that can be calculated with Thermo-Calc and the Add-on Modules. Additional resources are added on a regular basis so keep checking back or subscribe to our newsletter.

Examples

Go to the Solder Alloys Databases page on our website where you can access an examples collection and the technical information plus learn more about the compatible kinetic database. Also explore further applications of Thermo-Calc to solders including links to resources such as examples, publications, and more.

TCSLD: TCS Solder Alloy Solutions Database Revision History

Current Database Version

Database name (acronym):	**TCS Solder Alloy Solutions Database (TCSLD)**
Database owner:	**Thermo-Calc Software AB**
Database version:	**4.0**
First release:	**TCSLD1 was released in 2010**

Changes in the Most Recent Database Release

TCSLD3.3 to TCSLD4

Software release 2021b (June 2021)

Addition of surface tension and viscosity thermophysical property data.

Previous Releases

TCSLD3.2 to TCSLD3.3

Software release 2020b (June 2020)

- Added 3 binary systems Ga-Bi, Ga-Sb, Ga-In

TCSLD3.1.1 TO TCSLD3.2

Software release version: 2017a (March 2017)

- Ca is added together with some Ca-related systems: Al-Ca, Ca-Sn, Ca-Pb, Ca-Pb-Sn
- Added the Mg-Sn and Mg-Pb binary systems.
- Added the Bi-Cu-Sb ternary system.
- Updated the Ag-Au-Cu system.

TCSLD3.1 TO TCSLD3.1.1

Released with the 2015b update in March 2016.

- Thermodynamic assessments of the Ga-Ge and Ga-Pt binary systems are added.
- Thermodynamic descriptions of the Ag-Cu-Pd and Ga-Ge-Pt ternary systems are included.

TCSLD3.0 TO TCSLD3.1

Software release version: 2015b (December 2015)

- Volume data for the liquid phase are updated for some Ag/Bi/Cu/In-containing binary systems and a few Ag-containing ternary systems.
- Thermodynamic description of the Au-Pb-Sn ternary system is added.

TCSLD2 TO TCSLD3.0

Software release version: 2015a (June 2015)

- Volume data, including molar volume and thermal expansion, have been added in TCSLD3. This allows for the calculations of volume fraction of phases, density, thermal expansion and lattice parameters etc.
- Four elements, Cd, Ga, Mg, Mn, have been added in TCSLD3. The thermodynamic assessments of the Ag-Ga, Al-Ga, Al-Mg, Cd-Cu, Cd-Pb, Cd-Sb, Cd-Sn, Cd-Zn, Cu-Ga, Cu-Mn, Ga-Mg, Ga-Sn, Ga-Zn, Mn-Sn, Mg-Zn binary systems have been implemented. The following ternary systems have also been assessed: Al-Ga-Zn, Al-Mg-Zn, Cd-Pb-Sn, Cd-Sb-Zn, Cu-Mn-Sn, Ga-Sn-Zn.

TCSLD1 TO TCSLD2

Software release version: 4.0 (June 2014)

The thermodynamic assessments of the Ge-Pt and Pt-Sb binary systems have been included in TCSLD2. The descriptions of Ag-Ge, Ag-Pd, Al-Au, Al-Bi, Al-Co, Al-Si, Au-Bi, Au-Co, Au-Ge, Au-Sb, Bi-Cu, Bi-Ni, Bi-Sn, Co-Ge, Co-Zn, Cu-Ge, Cu-Pb, Cu-Zn, Ge-Ni, Ge-Sb, In-Pb, Ni-Sn, Ni-Zn, Pb-Pt, Pb-Sb, Pb-Zn have been updated, taking into account newly available experimental data and/or the compatibility in higher order systems. In most cases, especially when it is important, the phases having the same crystal structure have been merged as the same phase.

The following ternary systems have been implemented in TCSLD2: Ag-Au-Ge, Ag-In-Pd, Al-Cu-Sn, Al-Ge-Zn, Al-Sn-Zn, Au-Cu-Sb, Au-Ge-Sn, Co-Ni-Sb, Cu-Ni-Sn, Ge-Sb-Sn, In-Pb-Sn, Pb-Sb-Sn, Pb-Sn-Zn. The descriptions of Ag-Au-Pb, Ag-Au-Sn, Ag-Bi-Sn, Ag-Cu-In, Ag-Sb-Sn, Ag-Sb-Zn, Ag-Sn-Zn, Al-Bi-Sn, Al-Bi-Zn, Al-Cu-Zn, Au-Bi-Sn, Au-In-Sb, Au-In-Sn, Au-Ni-Sn, Au-Sb-Sn, Bi-In-Sn, Bi-Sb-Sn, Cu-In-Sn, Cu-Si-Zn, In-Ni-Sn, In-Sb-Sn have been updated on a basis of critical evaluation of available experimental and theoretical data. Please note that minor revisions have also been made on many other binary and ternary systems.