

- معادلات حالت

| Equation-Of-State Property Method | K-Value Method                                                |
|-----------------------------------|---------------------------------------------------------------|
| BWR-LS                            | BWR Lee-Starling                                              |
| LK-PLOCK                          | Lee-Kesler-Plöcker                                            |
| PENG-ROB                          | Peng-Robinson                                                 |
| PR-BM                             | Peng-Robinson<br>with Boston-Mathias alpha function           |
| PRWS                              | Peng-Robinson<br>with Wong-Sandler mixing rules               |
| PRMHV2                            | Peng-Robinson<br>with modified Huron-Vidal mixing rules       |
| PSRK                              | Predictive Redlich-Kwong-Soave                                |
| RKSWS                             | Redlich-Kwong-Soave<br>with Wong-Sandler mixing rules         |
| RKSMHV2                           | Redlich-Kwong-Soave<br>with modified Huron-Vidal mixing rules |
| RK-ASPEN                          | Redlich-Kwong-ASPEN                                           |
| RK-SOAVE                          | Redlich-Kwong-Soave                                           |
| RKS-BM                            | Redlich-Kwong-Soave<br>with Boston-Mathias alpha function     |
| SR-POLAR                          | Schwartzentruber-Renon                                        |

- معادلات ضریب فعالیت

Activity Coefficient Property Methods

| Activity Coefficient Property Method | Liquid Phase Activity Coefficient Method | Vapor Phase Fugacity Coefficient Method |
|--------------------------------------|------------------------------------------|-----------------------------------------|
| B-PITZER                             | Bromley-Pitzer                           | Redlich-Kwong-Soave                     |
| ELECNRTL                             | Electrolyte NRTL                         | Redlich-Kwong                           |
| ENRTL-HF                             | Electrolyte NRTL                         | HF Hexamerization model                 |

| Activity Coefficient<br>Property Method | Liquid Phase Activity<br>Coefficient Method | Vapor Phase Fugacity<br>Coefficient Method |
|-----------------------------------------|---------------------------------------------|--------------------------------------------|
| ENRTL-HG                                | Electrolyte NRTL                            | Redlich-Kwong                              |
| NRTL                                    | NRTL                                        | Ideal gas                                  |
| NRTL-HOC                                | NRTL                                        | Hayden-O'Connell                           |
| NRTL-NTH                                | NRTL                                        | Nothnagel                                  |
| NRTL-RK                                 | NRTL                                        | Redlich-Kwong                              |
| NRTL-2                                  | NRTL(using dataset 2)                       | Ideal gas                                  |
| PITZER                                  | Pitzer                                      | Redlich-Kwong-Soave                        |
| PITZ-HG                                 | Pitzer                                      | Redlich-Kwong-Soave                        |
| UNIFAC                                  | UNIFAC                                      | Redlich-Kwong                              |
| UNIF-DMD                                | Dortmund-modified UNIFAC                    | Redlich-Kwong-Soave                        |
| UNIF-HOC                                | UNIFAC                                      | Hayden-O'Connell                           |
| UNIF-LBY                                | Lyngby-modified UNIFAC                      | Ideal gas                                  |
| UNIF-LL                                 | UNIFAC for liquid-liquid system             | Redlich-Kwong                              |
| UNIQUAC                                 | UNIQUAC                                     | Ideal gas                                  |
| UNIQ-HOC                                | UNIQUAC                                     | Hayden-O'Connell                           |
| UNIQ-NTH                                | UNIQUAC                                     | Nothnagel                                  |
| UNIQ-RK                                 | UNIQUAC                                     | Redlich-Kwong                              |
| UNIQ-2                                  | UNIQUAC(using dataset 2)                    | Ideal gas                                  |
| VANLAAR                                 | Van Laar                                    | Ideal gas                                  |
| VANL-HOC                                | Van Laar                                    | Hayden-O'Connell                           |
| VANL-NTH                                | Van Laar                                    | Nothnagel                                  |
| VANL-RK                                 | Van Laar                                    | Redlich-Kwong                              |
| VANL-2                                  | Van Laar (using dataset 2)                  | Ideal gas                                  |
| WILSON                                  | Wilson                                      | Ideal gas                                  |
| WILS-HOC                                | Wilson                                      | Hayden-O'Connell                           |
| WILS-NTH                                | Wilson                                      | Nothnagel                                  |

| Activity Coefficient Property Method | Liquid Phase Activity Coefficient Method               | Vapor Phase Fugacity Coefficient Method |
|--------------------------------------|--------------------------------------------------------|-----------------------------------------|
| WILS-RK                              | Wilson                                                 | Redlich-Kwong                           |
| WILS-2                               | Wilson (using dataset 2)                               | Ideal gas                               |
| WILS-HF                              | Wilson                                                 | HF Hexamerization model                 |
| WILS-GLR                             | Wilson (ideal gas and liquid enthalpy reference state) | Ideal gas                               |
| WILS-LR                              | Wilson (liquid enthalpy reference state)               | Ideal gas                               |
| WILS-VOL                             | Wilson with volume term                                | Redlich-Kwong                           |

- معادلات ترمودینامیکی برای سیستم های خاص

#### Property Methods for Special Systems

| Property Methods for Special Systems | K-Value Method                                                 | System                                                              |
|--------------------------------------|----------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|
| AMINES                               | Kent-Eisenberg amines model                                    | H <sub>2</sub> S, CO <sub>2</sub> , in MEA, DEA, DIPA, DGA solution |
| APISOUR                              | API sour water model                                           | Sour water with NH <sub>3</sub> , H <sub>2</sub> S, CO <sub>2</sub> |
| BK-10                                | Braun K-10                                                     | Petroleum                                                           |
| SOLIDS                               | Ideal Gas/Raoult's law/Henry's law/solid activity coefficients | Pyrometallurgical                                                   |
| CHAO-SEA                             | Chao-Seader corresponding states model                         | Petroleum                                                           |
| GRAYSON                              | Grayson-Streed corresponding states model                      | Petroleum                                                           |
| STEAM-TA                             | ASME steam table correlations                                  | Water/steam                                                         |
| STEAMNBS                             | NBS/NRC steam table equation of state                          | Water/steam                                                         |

## ۲- انتخاب معادلات ترمودینامیکی مناسب :

کاربران نرم افزار Aspen Plus می توانند با توجه به نوع سیستم خود، معادله ترمودینامیکی مناسب را انتخاب کنند. با توجه به نوع محیط شبیه سازی اعم از ایده آل یا غیرایده آل، نوع فرآیند جامد یا گاز یا الکترولیت و ... به جداول زیر مراجعه و از آن ها در انتخاب معادله ترمودینامیکی مناسب سیستم خود یاری بگیرید.

**Oil and Gas Production**

| Application                               | Recommended Property Methods |
|-------------------------------------------|------------------------------|
| Reservoir systems                         | PR-BM, RKS-BM                |
| Platform separation                       | PR-BM, RKS-BM                |
| Transportation of oil and gas by pipeline | PR-BM, RKS-BM                |

**Refinery**

| Application                                                                                                      | Recommended Property Methods             |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------|
| Low pressure applications<br>(up to several atm)<br>Vaccum tower, atmospheric crude tower                        | BK10, CHAO-SEA, GRAYSON                  |
| Medium pressure applications<br>(up to several tens of atm)<br>Coker main fractionator,<br>FCC main fractionator | CHAO-SEA, GRAYSON, PENG-ROB,<br>RK-SOAVE |
| Hydrogen-rich applications<br>Reformer, Hydrofiner                                                               | GRAYSON, PENG-ROB, RK-SOAVE              |
| Lube oil unit, De-asphalting unit                                                                                | PENG-ROB, RK-SOAVE                       |

**Gas Processing**

| Application                                            | Recommended Property Methods         |
|--------------------------------------------------------|--------------------------------------|
| Hydrocarbon separations<br>Demethanizer<br>C3-splitter | PR-BM, RKS-BM, PENG-ROB,<br>RK-SOAVE |
| Cryogenic gas processing<br>Air separation             | PR-BM, RKS-BM, PENG-ROB,<br>RK-SOAVE |

| Application                                                                                                              | Recommended Property Methods                    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|
| Gas dehydration with glycols<br>Gas dehydration with glycols                                                             | PRWS, RKSWS, PRMHV2, RKSMHV2,<br>PSRK, SR-POLAR |
| Acid gas absorption with<br>Methanol (RECTISOL)<br>NMP (PURISOL)                                                         | PRWS, RKSWS, PRMHV2, RKSMHV2,<br>PSRK, SR-POLAR |
| Acid gas absorption with<br>Water<br>Ammonia<br>Amines<br>Amines + methanol (AMISOL)<br>Caustic<br>Lime<br>Hot carbonate | ELECNRTL                                        |
| Claus process                                                                                                            | PRWS, RKSWS, PRMHV2, RKSMHV2,<br>PSRK, SR-PLAR  |

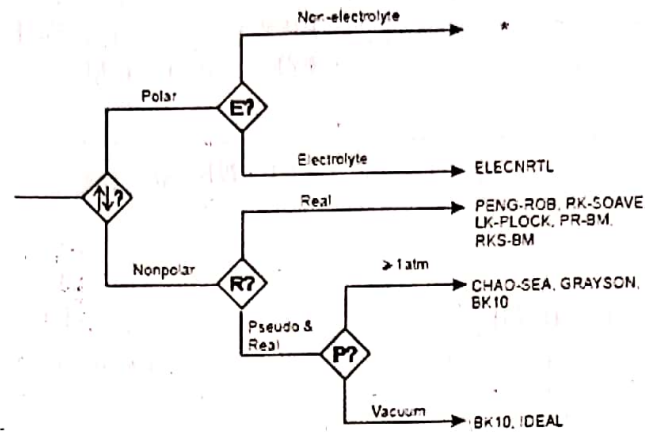
### Petrochemicals

| Application                                                  | Recommended Property Methods                                               |
|--------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|
| Ethylene plant                                               | CHAO-SEA, GRAYSON                                                          |
| Primary fractionator                                         |                                                                            |
| Light hydrocarbons<br>Separation train<br>Quench tower       | PENG-ROB, RK-SOAVE                                                         |
| Aromatics<br>BTX extraction                                  | WILSON, NRTL, UNIQUAC and their<br>variances                               |
| Substituted hydrocarbons<br>VCM plant<br>Acrylonitrile plant | PENG-ROB, RK-SOAVE                                                         |
| Ether production<br>MTBE, ETBE, TAME                         | WILSON, NRTL, UNIQUAC and their<br>variances                               |
| Ethylbenzene and styrene plants                              | PENG-ROB, RK-SOAVE<br>-or-<br>WILSON, NRTL, UNIQUAC and their<br>variances |

| Application                                                                                                      | Recommended Property Methods                                                            |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|
| Terephthalic acid                                                                                                | WILSON, NRTL, UNIQUAC and their variances<br>(with dimerization in acetic acid section) |
| Azeotropic separations<br>Alcohol separation                                                                     | WILSON, NRTL, UNIQUAC and their variances                                               |
| Carboxylic acids<br>Acetic acid plant                                                                            | WILS-HOC, NRTL-HOC, UNIQ-HOC                                                            |
| Phenol plant                                                                                                     | WILSON, NRTL, UNIQUAC and their variances                                               |
| Liquid phase reactions<br>Esterification                                                                         | WILSON, NRTL, UNIQUAC and their variances                                               |
| Ammonia plant                                                                                                    | PENG-ROB, RK-SOAVE                                                                      |
| Fluorochemicals                                                                                                  | WILS-HF                                                                                 |
| Inorganic Chemicals<br>Caustic<br>Acids<br>Phosphoric acid<br>Sulphuric acid<br>Nitric acid<br>Hydrochloric acid | ELECNRTL                                                                                |
| Hydrofluoric acid                                                                                                | ENRTL-HF                                                                                |

### Coal Processing

| Application                                                          | Recommended Property Methods                    |
|----------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|
| Size reduction crushing, grinding                                    | SOLIDS                                          |
| Separation and cleaning sieving,<br>cyclones, precipitation, washing | SOLIDS                                          |
| Combustion                                                           | PR-BM, RKS-BM (combustion databank)             |
| Acid gas absorption with<br>Methanol (RECTISOL)<br>NMP (PURISOL)     | PRWS, RKSWS, PRMHV2, RKSMHV2,<br>PSRK, SP-POLAR |

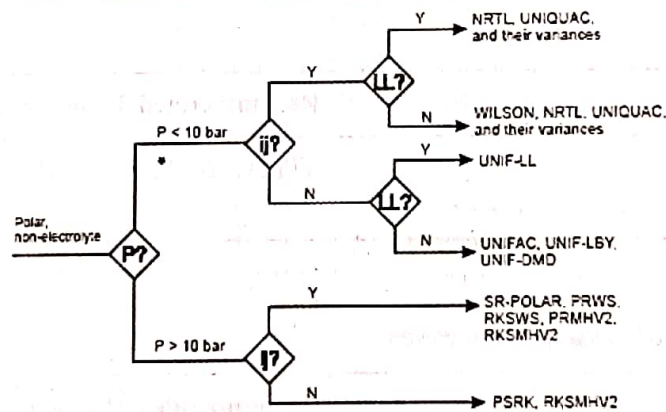


**N?** Polarity

**R?** Real or Pseudocomponents

**E?** Electrolyte

**P?** Pressure



**P?** Pressure

**LL?** Liquid-Liquid

**I?** Interaction parameters available

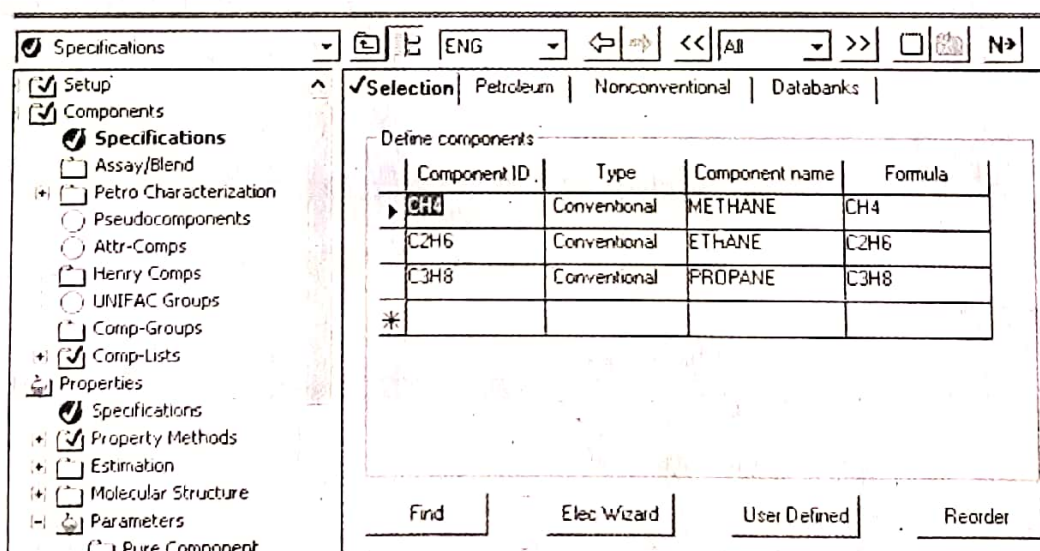
شکل ۱

در انتخاب معادله ضریب فعالیت مناسب نیز از نمودار درختی صفحه بعد کمک بگیرید:

## ۲-۸-۱- وارد کردن ثوابت مربوط به ترکیبات خالص

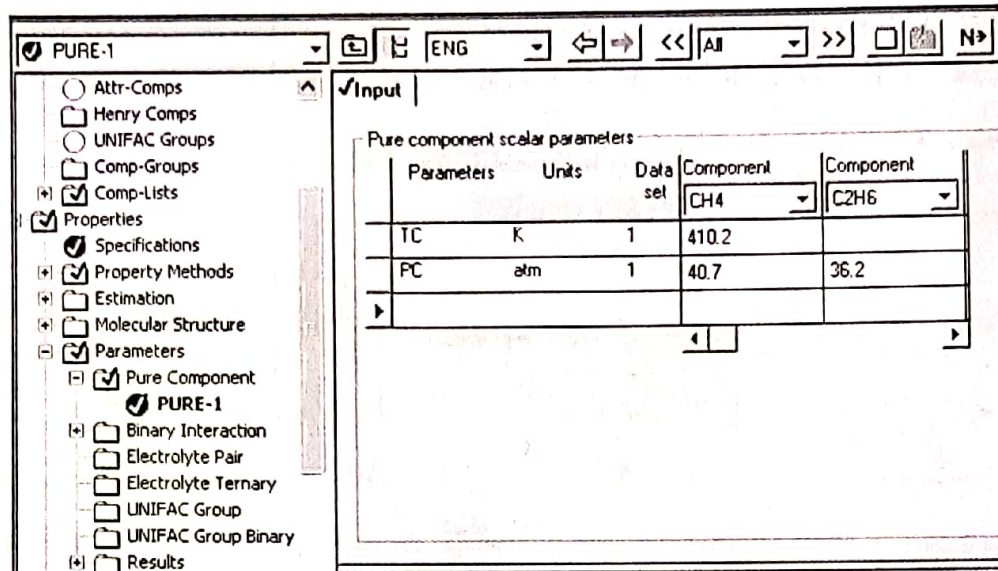
بعد از این که ماده انتخاب شد :

- از منوی Data، Properties را کلیک کنید.
  - در سمت چپ Data Browser، پوشه Parameters را باز کنید.
  - Parameter Pure Component Object ظاهر می شود.
  - New را کلیک کنید و یک ID برای پارامتر خود انتخاب کنید.
  - در جعبه New Pure Component، نوع پارامتر را Scalar (عددی) انتخاب کنید.
  - OK را کلیک کنید.
  - صفحه Input ظاهر می شود. در قسمت Parameter پارامتری را که می خواهید انتخاب کنید و در قسمت Units واحد آن و در قسمت Component ماده را وارد کنید.
- مثال : مطلوبست وارد کردن  $T_c = 410/2 K$  و  $P_c = 40/7 atm$  برای متان و  $P_c$  برابر با  $36/2 atm$  برای اتان. مراحل آن در شکل های زیر نشان داده شده است.



شکل ۶

- در صفحه Input، داده های فشار و دمای بحرانی اتان و متان را وارد کنید.



شکل ۹

ثوابتی که می توان برای ترکیبات خالص وارد کرد عبارتند از: API، MW، TC، PC و ...

۲-۸-۲- وارد کردن پارامترهای روش های مربوط به محاسبه خواص ترکیبات خالص

مراحل مطابق قسمت ۲-۸-۱ است منتها در جعبه New Pure Component می بایست T-dependent را انتخاب کنید.

بعد از انتخاب گزینه T-dependent correlation در جعبه New Pure Component، خواصی که به دما وابسته اند در Object Manager ظاهر می شوند. روش محاسبه هر خاصیت که قصد تغییر دادن پارامترهای آن روش را دارید انتخاب کنید. صفحه Input مربوط به آن روش ظاهر و ثوابت را می توانید تغییر دهید.

مثال: مطلوبست وارد کردن ضرایب مربوط به ظرفیت گرمایی گاز ایده آل (CPIG) برای

متان به صورت زیر:

$$C_p^{IG} = -2001/2 + 358/9T - 0.515T^2 + 4/41 \times 10^{-4}T^3 - 1/58 \times 10^{-7}T^4$$

$$T: K \quad C_p^{IG}: \frac{J}{kmol.K}$$

## ۲-۸-۷- وارد کردن پارامترهای ۳ تایی

این گروه از پارامترها زمانی وارد می شوند که از معادله Pitzer در سیستم الکترولیت استفاده می کنید.

## ۲-۹- وارد کردن داده های خواص به دست آمده از نتایج آزمایشگاهی

به صورت جدول:

برخی اوقات داده های شما به صورت یک جدول است که از نتایج آزمایشگاهی حاصل شده است. نرم افزار Aspen Plus از این داده ها به صورت مستقیم استفاده می کند و برای فواصلی که داده وجود ندارد درونیابی می کند. کاربران Aspen Plus می بایست توجه داشته باشند که فاصله بین نقاط نباید زیاد باشد.

- از منوی Data، Properties را کلیک کنید.
  - از سمت چپ Data Browser، پوشه Advanced را کلیک کنید تا Object Manager Tabpoly ظاهر شود.
  - New را کلیک کنید.
  - یک ID وارد کنید یا ID تعریف شده نرم افزار را بپذیرید.
  - در صفحه Specification، نوع Property را مشخص کنید.
  - در صفحه Data، در قسمت Component، نام ترکیب را انتخاب کنید.
  - در قسمت Data Type، گزینه Tabular Data را انتخاب کنید.
  - سپس در قسمت Tabular Data، داده های خود را وارد کنید.
- داده های مربوط به فشار بخار متانول را مطابق با جدول زیر وارد کنید:

## Vapor Pressure of Methanol

T in K , P in atm

| T       | P        | T       | P      |
|---------|----------|---------|--------|
| ۱۷۵/۵۹۰ | /۱۰۴E-۵  | ۴۲۵/۰۰۰ | ۱۴/۵۴۶ |
| ۱۸۰/۰۰۰ | /۲۲۸E-۵  | ۴۳۰/۰۰۰ | ۱۶/۳۵۰ |
| ۱۸۵/۰۰۰ | /۵۲۸E-۵  | ۴۳۵/۰۰۰ | ۱۸/۳۲۴ |
| ۱۹۰/۰۰۰ | /۱۱۶E-۴  | ۴۴۰/۰۰۰ | ۲۰/۴۸۰ |
| ۱۹۵/۰۰۰ | /۲۴۱E-۴  | ۴۴۵/۰۰۰ | ۲۲/۸۲۹ |
| ۲۰۰/۰۰۰ | /۴۸۰E-۴  | ۴۵۰/۰۰۰ | ۲۵/۳۸۳ |
| ۲۰۵/۰۰۰ | /۹۱۹E-۴  | ۴۵۵/۰۰۰ | ۲۸/۱۵۴ |
| ۲۱۰/۰۰۰ | /۱۶۹E-۳  | ۴۶۰/۰۰۰ | ۳۱/۱۵۵ |
| ۲۱۵/۰۰۰ | /۳۰۱E-۳  | ۴۶۵/۰۰۰ | ۳۴/۳۹۹ |
| ۲۲۰/۰۰۰ | /۵۱۹E-۳  | ۴۷۰/۰۰۰ | ۳۷/۹۰۲ |
| ۲۲۵/۰۰۰ | /۸۶۸E-۳  | ۴۷۵/۰۰۰ | ۴۱/۶۷۸ |
| ۲۳۰/۰۰۰ | /۱۴۱۴E-۲ | ۴۸۰/۰۰۰ | ۴۵/۷۴۴ |
| ۲۳۵/۰۰۰ | /۲۲۴۸E-۲ | ۴۸۵/۰۰۰ | ۵۰/۱۱۷ |
| ۲۴۰/۰۰۰ | /۳۴۹۲E-۲ | ۴۹۰/۰۰۰ | ۵۴/۸۱۷ |
| ۲۴۵/۰۰۰ | /۵۳۱۰E-۲ | ۴۹۵/۰۰۰ | ۵۹/۸۶۵ |
| ۲۵۰/۰۰۰ | /۷۹۱۷E-۲ | ۵۰۰/۰۰۰ | ۶۵/۲۸۸ |
| ۲۵۵/۰۰۰ | /۱۱۵۹E-۱ | ۵۰۵/۰۰۰ | ۷۱/۱۱۶ |
| ۲۶۰/۰۰۰ | /۱۶۶۷E-۱ | ۵۱۰/۰۰۰ | ۷۷/۳۹۴ |
| ۲۶۵/۰۰۰ | /۲۳۶۱E-۱ | ۵۱۲/۶۴۰ | ۸۰/۹۲۰ |
| ۲۷۰/۰۰۰ | /۳۲۹۵E-۱ |         |        |
| ۲۷۵/۰۰۰ | /۴۵۳۳E-۱ |         |        |
| ۲۸۰/۰۰۰ | /۶۱۵۶E-۱ |         |        |
| ۲۸۵/۰۰۰ | /۸۲۵۸E-۱ |         |        |
| ۲۹۰/۰۰۰ | /۱۰۹۵۱   |         |        |
| ۲۹۵/۰۰۰ | /۱۴۳۶۵   |         |        |
| ۳۰۰/۰۰۰ | /۱۸۶۵۲   |         |        |
| ۳۰۵/۰۰۰ | /۲۳۹۸۶   |         |        |
| ۳۱۰/۰۰۰ | /۳۰۵۶۶   |         |        |
| ۳۱۵/۰۰۰ | /۳۸۶۱۶   |         |        |
| ۳۲۰/۰۰۰ | /۴۸۳۹۰   |         |        |
| ۳۲۵/۰۰۰ | /۶۰۱۷۰   |         |        |
| ۳۳۰/۰۰۰ | /۷۴۲۷۰   |         |        |
| ۳۳۵/۰۰۰ | /۹۱۰۳۵   |         |        |
| ۳۴۰/۰۰۰ | /۱۱۰۸۴   |         |        |
| ۳۴۵/۰۰۰ | /۱۳۴۱۱   |         |        |
| ۳۵۰/۰۰۰ | /۱۶۱۲۹   |         |        |
| ۳۵۵/۰۰۰ | /۱۹۲۸۶   |         |        |
| ۳۶۰/۰۰۰ | ۲/۲۹۳۵   |         |        |
| ۳۶۵/۰۰۰ | ۲/۷۱۳۱   |         |        |
| ۳۷۰/۰۰۰ | ۳/۱۹۳۳   |         |        |
| ۳۷۵/۰۰۰ | ۳/۷۴۰۶   |         |        |
| ۳۸۰/۰۰۰ | ۴/۳۶۱۶   |         |        |
| ۳۸۵/۰۰۰ | ۵/۰۶۳۴   |         |        |
| ۳۹۰/۰۰۰ | ۵/۸۵۳۲   |         |        |
| ۳۹۵/۰۰۰ | ۶/۷۳۹۰   |         |        |
| ۴۰۰/۰۰۰ | ۷/۷۲۸۸   |         |        |
| ۴۰۵/۰۰۰ | ۸/۸۳۱۱   |         |        |
| ۴۱۰/۰۰۰ | ۱۰/۰۵۵   |         |        |
| ۴۱۵/۰۰۰ | ۱۱/۴۰۹   |         |        |
| ۴۲۰/۰۰۰ | ۱۲/۹۰۳   |         |        |

## ۲-۱۲-۱- تجزیه و تحلیل خواص محاسبه شده توسط معادله ترمودینامیکی برای ترکیبات خالص :

در این قسمت رسم منحنی های خواص محاسبه شده توسط معادله ترمودینامیکی برای ترکیبات خالص بر حسب دما را بررسی می کنیم.

- مطمئن شوید که صفحات Setup/Specification، Component/Specification و Properties/Specification کاملند.

- از منوی Tool، Analysis سپس Property و در نهایت Pure را کلیک کنید.

در جعبه Pure Component Properties Analysis، عمده اطلاعات به صورت از پیش تعریف شده موجودند که کاربر می تواند آنها را تغییر دهد.

- در قسمت Property Type، خاصیت را از هر کدام گروه ترمودینامیکی یا انتقالی است انتخاب کنید. سپس در قسمت Property خاصیت را مشخص کنید. انواع خاصیت های ترمودینامیکی که می توانید مشخص کنید عبارتند از :

۱- انرژی آزاد

۲- ضریب فوگاسیته

۳- ضریب تصحیح فشار فوگاسیته

۴- فشار بخار (فاز بخار به صورت ایده آل و فاز مایع از معادله های ترمودینامیکی ضریب اکتیویته استفاده می شود)

۵- دانسیته

۶- آنتروپی

۷- حجم

۸- سرعت صوت

خواص انتقالی موجود عبارتند از :

۱- کشش سطحی

۲- ویسکوزیته

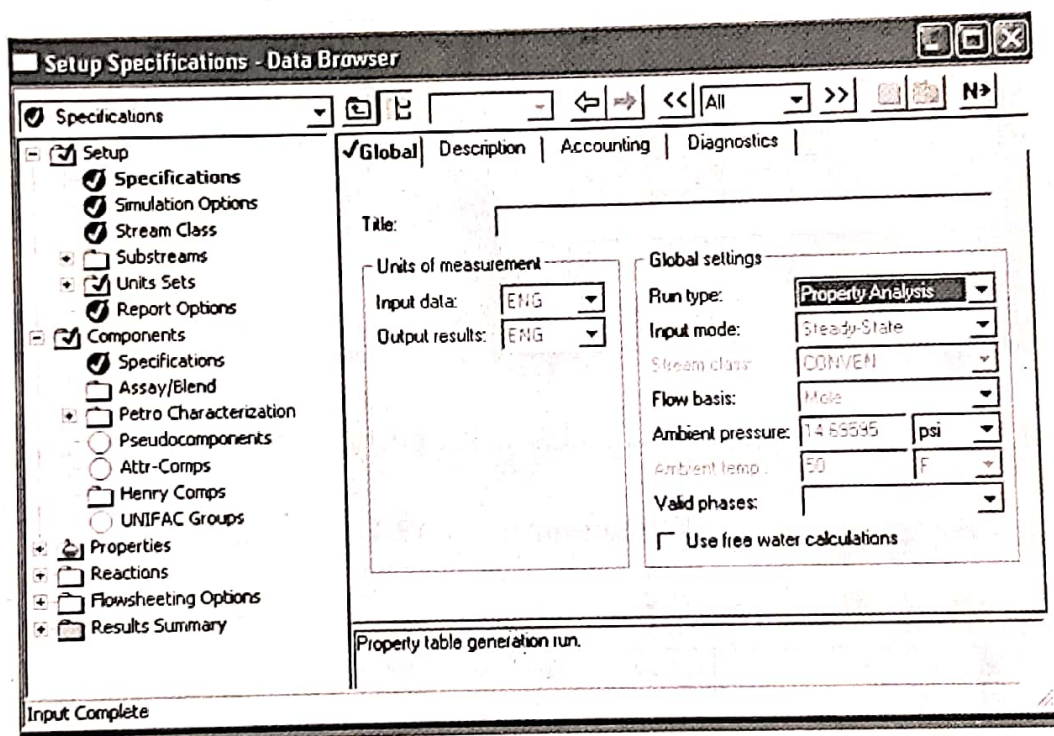
- در قسمت Phase، فاز ترکیب را انتخاب کنید.

- از ستون Available Component ترکیب مورد نظر خود را به ستون Selected Component انتقال دهید.

- در قسمت دما رنج دمایی محاسبه خاصیت و در قسمت فشار، فشار آن را مشخص کنید.
- تعداد نقاطی که خاصیت را ارزیابی می کنید نیز می توانید تغییر دهید.
- Go را کلیک کنید.

مثال: منحنی فشار بخار ترکیبات  $\text{CHCl}_3$ ,  $\text{CH}_2\text{Cl}_2$ ,  $\text{CCl}_4$  را از بین ترکیبات بنزن و تولوئن و  $\text{CCl}_4$  و  $\text{CH}_2\text{Cl}_2$  و  $\text{CHCl}_3$  در فاصله دمایی ۵۰ تا ۲۰۰ درجه فارنهایت با استفاده از روش IDEAL رسم کنید.

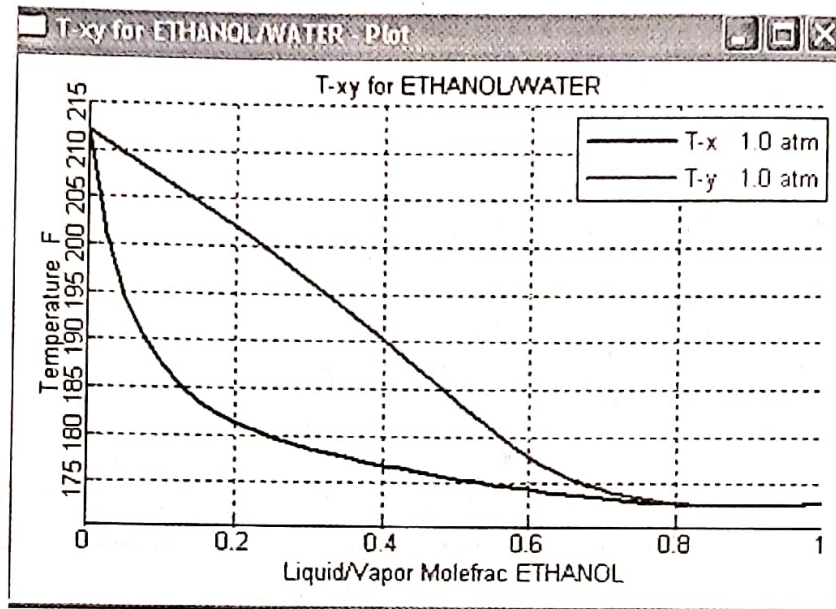
در صفحه Setup Specification نوع اجرا را Property Analysis قرار دهید.



شکل ۳۰



- Go را کلیک کنید تا نتایج تولید شود.



شکل ۴۲

از نتایج خروجی توسط منحنی T-xy می توانید منحنی های TX، TYX و Gamma و KVL (K-Value) را رسم کنید.

## ۲-۲-۱۲-۲- رسم منحنی های انرژی گیس مخلوط

منحنی انرژی گیس مخلوط متانول و سایکلوهگزان را در  $25^{\circ}\text{F}$  با استفاده از مدل ترمودینامیکی UNIF-LL رسم کنید.

وجود ندارند. در زیر با ذکر یک مثال سعی می‌کنیم این قسمت را توضیح دهیم. در مواردی که بررسی یک خاصیت مورد نظر باشد و آن خاصیت به طور مستقیم در نرم افزار قرار نگرفته باشد لازم است از پوشه‌های Analysis و Prop-Sets استفاده کنیم. به این ترتیب که ابتدا خاصیت را در Prop-Sets تعریف می‌کنیم سپس در پوشه Analysis تغییر مقدار خاصیت تعریف شده با تغییر متغیرهای مستقل دلخواه، بررسی می‌شود.

**مثال:** قصد داریم برای سیستمی متشکل از آب، نرمال هپتان و متان که دارای دبی مولی مطابق جدول زیرند، تغییرات کسر بخار، نسبت فاز اول مایع به فاز دوم مایع (beta)، کسر وزنی هر ترکیب در فاز مایع و دبی مولی هر ترکیب در فاز دوم مایع را بررسی کنیم:

| دبی اجزا    | lbmole/hr |
|-------------|-----------|
| متان        | ۰/۱       |
| آب          | ۰/۵       |
| نرمال هپتان | ۰/۴       |

- ابتدا در صفحه Setup/Global، نوع اجرا را Property Analysis قرار دهید.

۷۰

- Ok را کلیک کنید.
- بعد از ظاهر شدن Results Available وارد پوشه Analysis/PT-1 شده و Result را انتخاب کنید.

| Generic analysis results |             |            |                         |                      |                         |
|--------------------------|-------------|------------|-------------------------|----------------------|-------------------------|
| PRES                     | TOTAL VFRAC | TOTAL BETA | VAPOR MASSFLOW N-HEP-01 | VAPOR MASSFLOW WATER | VAPOR MASSFLOW METHA-01 |
| 1                        | 1           |            | 40.08162                | 9.00764              | 1.604276                |
| 1.5                      | 1           |            | 40.08162                | 9.00764              | 1.604276                |
| 1.8                      | 1           |            | 40.08162                | 9.00764              | 1.604276                |
| 2                        | 0.9523431   | 1          | 40.07832                | 8.149709             | 1.60425                 |

شکل ۵۷

## ۱۳-۲- تخمین خواص :

Aspen Plus، پارامترهای برخی مدل‌های ترمودینامیکی و اطلاعات مربوط به ترکیبات خالص که در بانک آن وجود ندارد به کمک اطلاعات دیگر که توسط کاربر وارد می‌شود تخمین می‌زند. مواردی که توسط Aspen Plus تخمین زده می‌شود عبارتند از :

- پارامترهای مدل‌های ترمودینامیکی و مدل‌های خواص انتقالی
- ضرایب دو جزیی معادلات Wilson، NRTL و UNIQUAC
- جدول‌های زیر مواردی که توسط نرم افزار Aspen Plus تخمین زده می‌شوند را بیان می‌کنند :

## Property Names and Estimation Methods for Pure Component Constants

| Description                             | Parameter | Method                                                            | Information Required                                                                                         |
|-----------------------------------------|-----------|-------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Molecular weight                        | MW        | FORMULA                                                           | Structure                                                                                                    |
| Normal boiling point                    | TB        | JOBACK<br>OGATA-TSUCHIDA<br>GANI<br>MANI                          | Structure<br>Structure<br>Structure<br>TC,PC,Vapor pressure data                                             |
| Critical temperature                    | TC        | JOBACK<br>LYDERSEN<br>FEDORS<br>AMBROSE<br>SIMPLE<br>GANI<br>MANI | Structure,TB<br>Structure,TB<br>Structure<br>Structure,TB<br>MW,TB<br>Structure<br>TC,PC,Vapor pressure data |
| Description                             | Parameter | Method                                                            | Information Required                                                                                         |
| Critical pressure                       | PC        | JOBACK<br>LYDERSEN<br>AMBROSE<br>GANI                             | Structure<br>Structure,MW<br>Structure,MW<br>Structure                                                       |
| Critical Volume                         | VC        | JOBACK<br>LYDERSEN<br>AMBROSE<br>RIEDEL<br>FEDORS<br>GANI         | Structure<br>Structure<br>Structure<br>TB,TC,PC<br>Structure<br>Structure                                    |
| Critical compressibility factor         | ZC        | DEFINITION                                                        | TC,PC,VC                                                                                                     |
| Standard heat of formation              | DHFORM    | BENSON<br>JOBACK<br>BENSONR8<br>GANI                              | Structure<br>Structure<br>Structure<br>Structure                                                             |
| Standard Gibbs free energy of formation | DGFORM    | JOBACK<br>BENSON<br>GANI                                          | Structure<br>Structure<br>Structure                                                                          |
| Acentric factor                         | OMEGA     | DEFINITION<br>LEE-KESLER                                          | TC,PC,PL<br>TB,TC,PC                                                                                         |
| Solubility parameter                    | DELTA     | DEFINITION                                                        | TB,TC,PC,DHVL,VL                                                                                             |

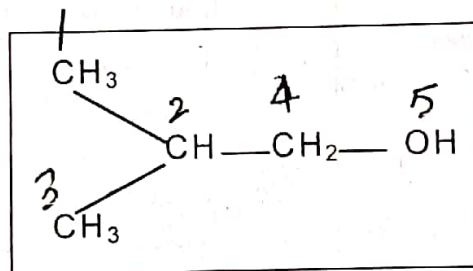
|                                                                            |                  |                                            |                                            |
|----------------------------------------------------------------------------|------------------|--------------------------------------------|--------------------------------------------|
| UNIQUAC R                                                                  | UNIQUAC R        | BONDI                                      | Structure                                  |
| UNIQUAC Q                                                                  | UNIQUAC Q        | BONDI                                      | Structure                                  |
| Parachor                                                                   | PARC             | PARACHOR                                   | Structure                                  |
| Solid enthalpy of formation at 25 C                                        | DHSFRM           | MOSTAFA                                    | Structure                                  |
| Solid Gibbs energy of formation at 25 C                                    | DGSFRM           | MOSTAFA                                    | Structure                                  |
| Aqueous infinite dilution Gibbs energy of formation for the Helgeson model | DGAQHG           | AQU-DATA<br>THERMO<br>AQU-EST1<br>AQU-EST2 | DGAQFM<br>DGAQFM,S025C<br>DGAQFM<br>S025C  |
| Aqueous infinite dilution enthalpy of formation for the Helgeson model     | DHAQUG           | AQU-DATA<br>THERMO<br>AQU-EST1<br>AQU-EST2 | DGAQFM<br>DGAQFM,S025C<br>DGAQFM<br>S025C  |
| <b>Description</b>                                                         | <b>Parameter</b> | <b>Method</b>                              | <b>Information Required</b>                |
| Entropy at 25 C for the Helgeson model                                     | S25HG            | AQU-DATA<br>THERMO<br>AQU-EST1<br>AQU-EST2 | S025C<br>DGAQFM,DHAQFM<br>DGAQFM<br>DHAQFM |
| Helgeson OMEGA heat capacity coefficient                                   | OMEGHG           | HELGESON                                   | S25HG,CHARGE                               |

### Property Names and Estimation Methods for Temperature Dependent Properties

| Description              | Parameter | Method                               | Information Required                                                          |
|--------------------------|-----------|--------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|
| Ideal gas heat capacity  | CPIG      | DATA<br>BENSON<br>JOBACK<br>BENSONR8 | Ideal gas heat capacity data<br>Structure<br>Structure<br>Structure           |
| Vapor pressure           | PL        | DATA<br>RIEDEL<br>LI-MA<br>MANI      | Vapor pressure data<br>TB,TC,PC<br>Structure, TB<br>TC,PC,Vapor pressure data |
| Enthalpy of vaporization | DHVL      | DATA<br>DEFINITION<br>VETERE         | Heat of vaporization data<br>TC,PC,PL<br>MW,TB                                |

## ۲-۱۳-۱- چگونگی تعریف ساختار مولکول برای نرم افزار Aspen Plus

- ابتدا ساختار مولکول را روی یک برگه کاغذ بکشید.
  - هیدروژن ها را حذف کنید و به هر اتم یک شماره نسبت دهید. شماره ها می بایست به صورت متوالی از یک شروع شوند.
  - از منوی Data، Properties را کلیک کنید.
  - در سمت چپ Data Browser، پوشه Molecular Structure را کلیک کنید.
  - در Molecular Structure Object Manager، نام ترکیبی که قصد مشخص کردن ساختار آن را دارید انتخاب و Edit را کلیک کنید.
  - در صفحه General، مولکول ها را به صورت پیوند دو اتم در هر قسمت معرفی کنید.
- مثال: ساختار مولکول ایزوبوتیل الکل ( $C_4H_{10}O$ ) به صورت زیر است. به کمک روش قبل این ساختار را برای نرم افزار تعریف کنید.



C4H100

ENG

General | Functional Group | Formula

Define molecule by its connectivity

| Atom1  |      | Atom2  |      | Bond type   |
|--------|------|--------|------|-------------|
| Number | Type | Number | Type |             |
| 1      | C    | 2      | C    | Single bond |
| 2      | C    | 3      | C    | Single bond |
| 3      | C    | 4      | C    | Single bond |
| 4      | C    | 5      | O    | Single bond |
| *      |      |        |      |             |

Atom number - atom type correspondence

|             | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|-------------|---|---|---|---|---|
| Atom number | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Atom type   | C | C | C | C | O |

شکل ۵۸

- ☒ Results
  - ☒ Setup
    - ☒ Specifications
    - ☒ Simulation Options
    - ☒ Units Sets
    - ☒ Report Options
  - ☒ Components
  - ☒ Properties
    - ☐ Property Methods
    - ☒ Estimation
      - ☒ Input
      - ☒ Compare
      - ☒ Results
      - ☒ Compare Results
    - ☒ Molecular Structure
    - ☒ Parameters
    - ☐ Data
    - ☐ Advanced
  - ☐ Flowsheeting Options
  - ☒ Results Summary

Pure Component | T-Dependent | ☐ Group | ☐ UNIFAC Group

Component  Formula

Estimated pure component parameters

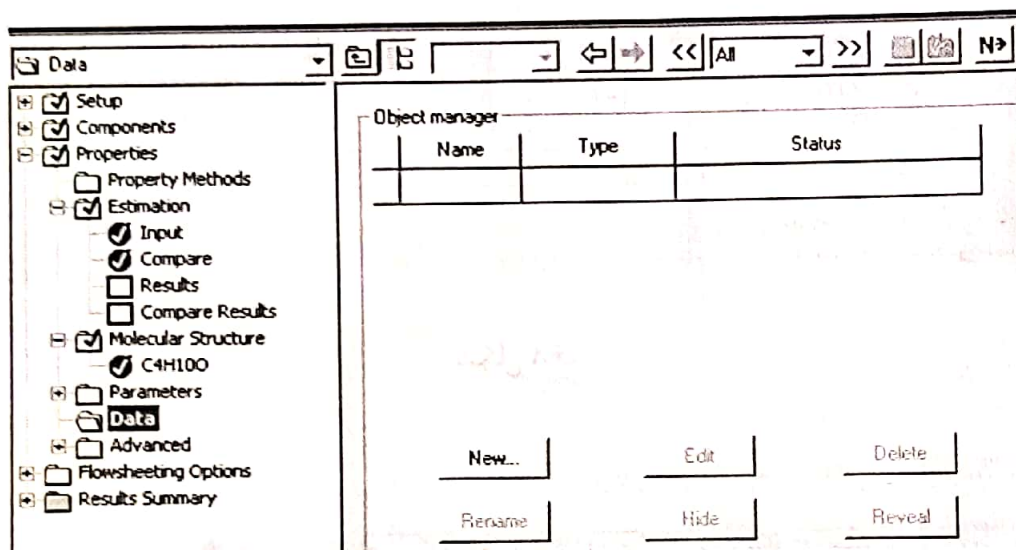
| PropertyName          | Parameter | Estimated value | Units    | Method   |
|-----------------------|-----------|-----------------|----------|----------|
| MOLECULAR WEIGHT      | MW        | 74.1228         |          | FORMULA  |
| NORMAL BOILING POINT  | TB        | 383.1           | K        | JOBACK   |
| CRITICAL TEMPERATURE  | TC        | 545.080094      | K        | JOBACK   |
| CRITICAL TEMPERATURE  | TC        | 545.139423      | K        | LYDERSEN |
| CRITICAL TEMPERATURE  | TC        | 549.128684      | K        | AMBROSE  |
| CRITICAL PRESSURE     | PC        | 4385772.55      | N/SQM    | JOBACK   |
| CRITICAL VOLUME       | VC        | 0.2765          | CUM/KMOL | JOBACK   |
| CRITICAL COMPRES. FAC | ZC        | 0.26951549      |          | DEFINITI |
| IDEAL GAS CP AT 300 K |           | 109943.107      | J/KMOL.K | BENSON   |
| AT 500 K              |           | 163612.987      | J/KMOL.K | BENSON   |
| AT 1000 K             |           | 245533.284      | J/KMOL.K | BENSON   |
| STD. HT. OF FORMATION | DHFORM    | -274650000      | J/KMOL   | BENSON   |
| STD. FREE ENERGY FORM | DGFORM    | -154020000      | J/KMOL   | JOBACK   |
| VAPOR PRESSURE AT TB  |           | 101314.596      | N/SQM    | RIEDEL   |
| AT 0.9*TC             |           | 1656238.3       | N/SQM    | RIEDEL   |
| AT TC                 |           | 4385772.55      | N/SQM    | RIEDEL   |
| ACENTRIC FACTOR       | OMEGA     | 0.66005901      |          | DEFINITI |

شکل ۶۵

## ۲-۱۳-۲- تخمین خواص وابسته به دما

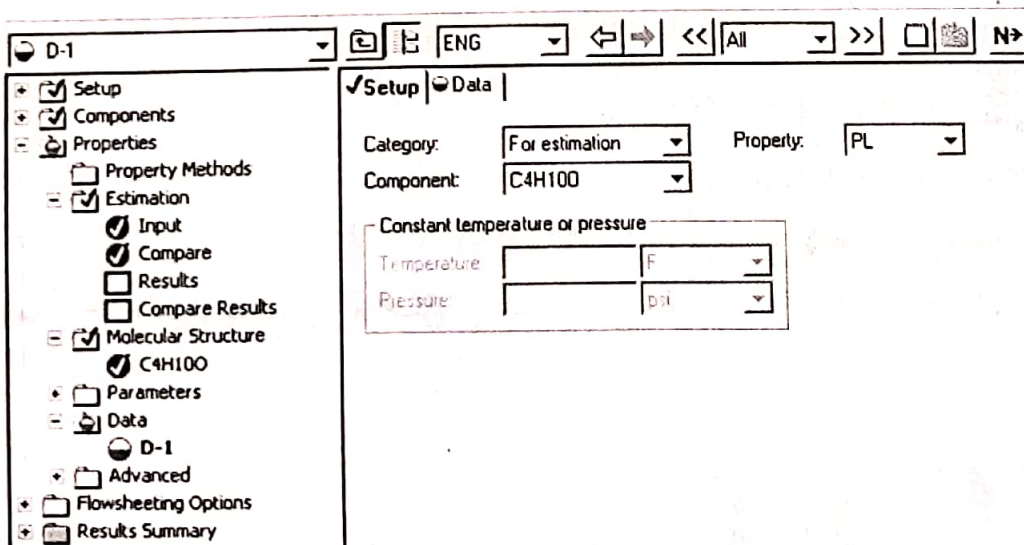
- مراحل مطابق مرحله ۲-۱۳-۱ است، منتها صفحه T-Dependent انتخاب شود.
- در صفحه T-Dependent پارامتری که قصد تخمین زدن آن را دارید انتخاب کنید.
- در قسمت Component، ماده را انتخاب کنید.
- در جعبه Method روش تخمین را انتخاب کنید.
- اگر تخمین را قصد دارید به محدوده خاصی اختصاص دهید رنج دمایی را وارد کنید.
- اگر قصد استفاده از داده‌های آزمایشگاهی را دارید، گزینه Use experimental Data را انتخاب کنید.
- لازم است که داده‌های آزمایشگاهی خود را مطابق مثال بعدی در پوشه Data وارد کنید.
- مثال:** فرض کنید برای ماده مثال قبل فشار بخارهای آزمایشگاهی را مطابق جدول برای رنجی از دما داریم. فشار بخار را برای محدوده دمایی  $^{\circ}\text{C}$  تا  $100^{\circ}\text{C}$  تخمین بزنید.

experimental Data:       $T = ۲۰^{\circ}\text{C}$        $P = ۰/۱ \text{ Psi}$   
                                   $T = ۳۰^{\circ}\text{C}$        $P = ۰/۱۸۴ \text{ Psi}$   
                                   $T = ۴۰^{\circ}\text{C}$        $P = ۰/۳۶ \text{ Psi}$   
                                   $T = ۵۰^{\circ}\text{C}$        $P = ۰/۷ \text{ Psi}$



شکل ۶۶

- New را کلیک کنید.

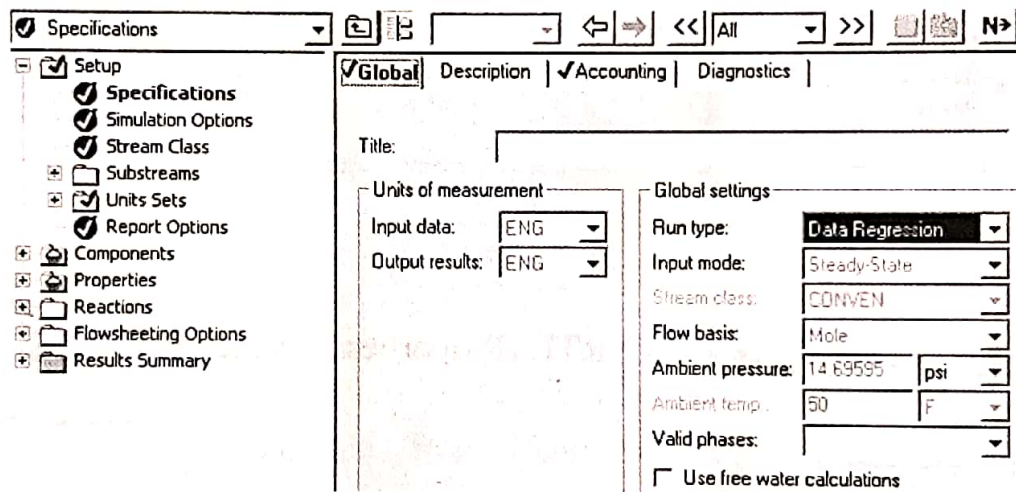


شکل ۶۷

## ۲-۱۴-۱- رگرسیون خواص وابسته به دما ترکیبات خالص :

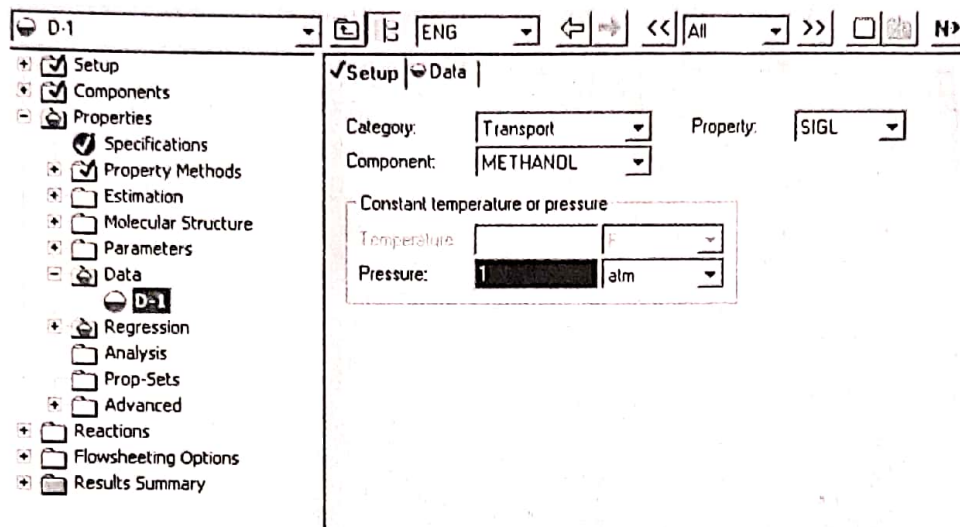
مثال : اطلاعات آزمایشگاهی کشش سطحی متانول بر حسب دما در جدول موجود است برای متانول مدل ترمودینامیکی NRTL انتخاب شده است. روش محاسبه کشش سطحی متانول در فاز مایع SIGPDS است. مطلوبست رگرسیون داده های آزمایشگاهی و مقایسه نتایج به دست آمده از رگرسیون با داده های آزمایشگاهی.

- در قسمت Setup/Specification، نوع اجرا را Data Regression انتخاب کنید.



شکل ۷۵

- در صفحه Component/Selection، متانول را به عنوان ماده انتخاب کنید.

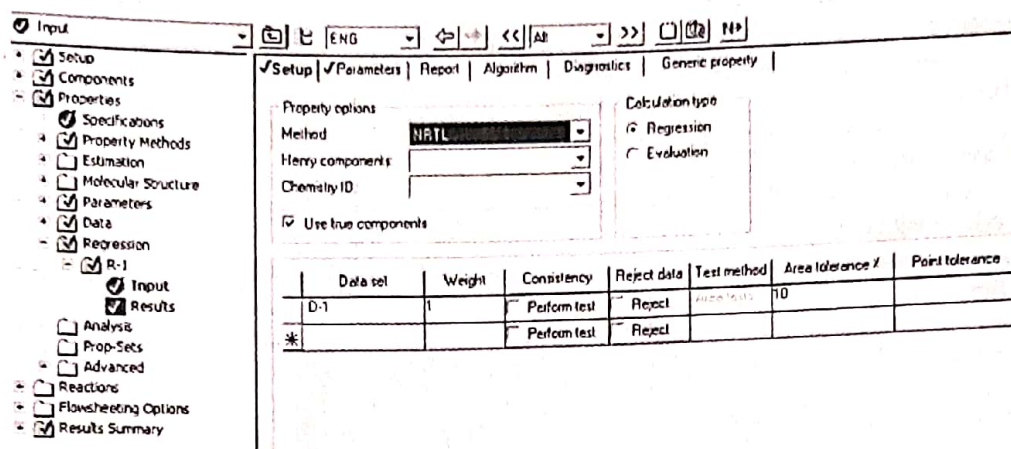


شکل ۷۹

- وارد صفحه Data شوید. در صفحه Data اطلاعات را مطابق جدول وارد کنید.

| T(K)   | $\sigma \times 10^3 \text{ N/m}$ | T(K) | $\sigma \times 10^3 \text{ N/m}$ |
|--------|----------------------------------|------|----------------------------------|
| ۱۷۵/۵۹ | ۲۷/۵۸۲                           | ۲۷۰  | ۲۹/۰۱۵                           |
| ۱۸۰    | ۲۷/۵۰۸                           | ۲۷۵  | ۲۳/۷۱۵                           |
| ۱۸۵    | ۲۷/۴۱۳                           | ۲۸۰  | ۲۳/۴۰۳                           |
| ۱۹۰    | ۲۷/۳۰۵                           | ۲۸۵  | ۲۳/۰۸۱                           |
| ۲۰۰    | ۲۷/۰۵۵                           | ۲۹۰  | ۲۲/۷۴۸                           |
| ۲۰۵    | ۲۶/۹۱۳                           | ۲۹۵  | ۲۲/۴۰۵                           |
| ۲۱۰    | ۲۶/۷۵۸                           | ۳۰۰  | ۲۲/۰۵۱                           |
| ۲۱۵    | ۲۶/۵۹۲                           | ۳۰۵  | ۲۱/۶۸۷                           |
| ۲۲۰    | ۲۶/۴۱۵                           | ۳۱۰  | ۲۱/۳۱۳                           |
| ۲۲۵    | ۲۶/۲۲۵                           | ۳۱۵  | ۲۰/۹۲۹                           |
| ۲۳۰    | ۲۶/۰۲۵                           | ۳۲۰  | ۲۰/۵۳۴                           |
| ۲۳۵    | ۲۵/۸۱۳                           | ۳۲۵  | ۲۰/۱۳                            |
| ۲۴۰    | ۲۵/۵۹                            | ۳۳۰  | ۱۹/۱۱۶                           |
| ۲۴۵    | ۲۵/۳۵۵                           | ۳۳۵  | ۱۹/۲۹۲                           |
| ۲۵۰    | ۲۵/۱۰۹                           | ۳۴۰  | ۱۸/۸۵۹                           |
| ۲۵۵    | ۲۴/۸۵۲                           | ۳۴۵  | ۱۸/۴۱۶                           |
| ۲۶۰    | ۲۴/۵۸۴                           | ۳۵۰  | ۱۷/۹۶۳                           |
| ۲۶۵    | ۲۴/۳۰۵                           |      |                                  |

مقادیر انحراف استاندارد به صورت از پیش تعریف شده مطابق جدول زیر است:



شکل ۸۱

- صفحه Parameters را انتخاب کنید.
- در قسمت Type، Parameter را انتخاب کنید. انتخاب های قسمت Type مطابق جدول زیر است:

| Option                 | For                                             |
|------------------------|-------------------------------------------------|
| Parameter              | Pure component parameter                        |
| Binary Parameter       | Binary parameter                                |
| Group parameter        | UNIFAC group parameter                          |
| Group binary parameter | UNIFAC group binary parameter                   |
| Pair parameter         | Electrolyte NRTL model pair parameter           |
| Chemistry              | Equilibrium constants for electrolyte chemistry |

- در قسمت Name/Element روش محاسبه کشش سطحی SIGPDS را انتخاب کنید.

معادله SIGPDS به صورت

$$\sigma = C_1 + C_2 T + C_3 T^2 + C_4 T^3 + C_5 T^4 + C_6 T^5 + C_7 T^6 + C_8 T^7 + C_9 T^8 + C_{10} T^9$$

است رگرسیون را محدود به بهینه کردن  $C_2$  می کنیم. بنابراین در این قسمت SIGPDS/2 وارد کنید.

| Parameter Name/Element | Symbol | Default | MDS | Lower Limit | Upper Limit | Units       |
|------------------------|--------|---------|-----|-------------|-------------|-------------|
| WILSON/1               | $a_j$  | 0       | x   | -50.0       | 50.0        | -           |
| WILSON/2               | $b_j$  | 0       | x   | -15000.0    | 15000.0     | TEMPERATURE |
| WILSON/3               | $c_j$  | 0       | x   | -           | -           | TEMPERATURE |
| WILSON/4               | $d_j$  | 0       | x   | -           | -           | TEMPERATURE |

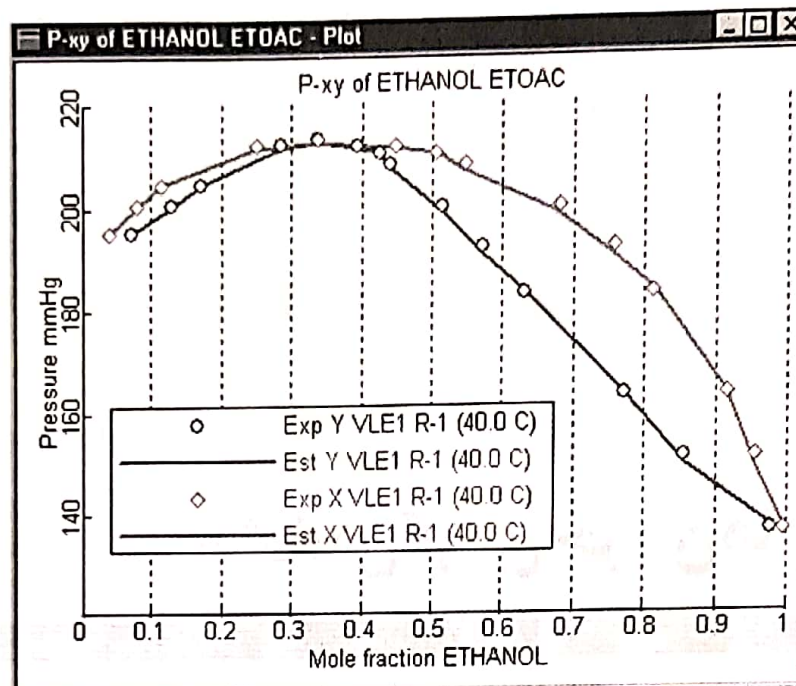
40C and 70 C data of Martl, collect. Czech. Chem. Commun. 37,266 (1972):

| T=۴۰C   |         |         | T=۷۰C   |         |         |
|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| P MMHG  | X ETOAC | Y ETOAC | P MMHG  | X ETOAC | Y ETOAC |
| ۱۳۶/۶۰۰ | ./۰۰۶۰۰ | ./۲۲۰۰  | ۵۴۸/۶۰۰ | ./۰۰۶۵۰ | ./۰۱۷۵۰ |
| ۱۵۰/۹۰۰ | ./۰۴۴۰۰ | ./۱۴۴۰۰ | ۵۵۹/۴۰۰ | ./۰۱۸۰۰ | ./۰۴۶۰۰ |
| ۱۶۳/۱۰۰ | ./۰۸۴۰۰ | ./۲۲۷۰۰ | ۶۳۳/۶۰۰ | ./۱۳۱۰۰ | ./۲۳۷۰۰ |
| ۱۸۳/۱۰۰ | ./۱۸۷۰۰ | ./۳۷۰۰۰ | ۶۶۴/۶۰۰ | ./۲۱۰۰۰ | ./۳۲۱۰۰ |
| ۱۹۱/۹۰۰ | ./۲۴۲۰۰ | ./۴۲۸۰۰ | ۶۸۰/۴۰۰ | ./۲۶۳۰۰ | ./۳۶۷۰۰ |
| ۱۹۹/۷۰۰ | ./۳۲۰۰۰ | ./۴۸۴۰۰ | ۷۰۳/۸۰۰ | ./۳۸۷۰۰ | ./۴۵۴۰۰ |
| ۲۰۸/۳۰۰ | ./۴۵۴۰۰ | ./۵۶۰۰۰ | ۷۱۰/۰۰۰ | ./۴۵۲۰۰ | ./۴۹۳۰۰ |
| ۲۱۰/۲۰۰ | ./۴۹۵۰۰ | ./۵۷۴۰۰ | ۷۱۲/۲۰۰ | ./۴۸۸۰۰ | ./۵۱۷۰۰ |
| ۲۱۱/۸۰۰ | ./۵۵۲۰۰ | ./۶۰۷۰۰ | ۷۱۱/۲۰۰ | ./۶۲۵۰۰ | ./۵۹۷۰۰ |
| ۲۱۳/۲۰۰ | ./۶۶۳۰۰ | ./۶۶۴۰۰ | ۷۰۶/۴۰۰ | ./۶۹۱۰۰ | ./۶۴۱۰۰ |
| ۲۱۲/۱۰۰ | ./۷۴۹۰۰ | ./۷۱۶۰۰ | ۶۹۷/۸۰۰ | ./۷۵۵۰۰ | ./۶۸۱۰۰ |
| ۲۰۴/۶۰۰ | ./۸۸۵۰۰ | ./۸۲۹۰۰ | ۶۷۹/۲۰۰ | ./۸۲۲۰۰ | ./۷۴۷۰۰ |
| ۲۰۰/۶۰۰ | ./۹۲۰۰۰ | ./۸۷۱۰۰ | ۶۵۱/۶۰۰ | ./۹۰۳۰۰ | ./۸۳۹۰۰ |
| ۱۹۵/۳۰۰ | ./۹۶۰۰۰ | ./۹۲۸۰۰ | ۶۳۵/۴۰۰ | ./۹۳۲۰۰ | ./۸۸۸۰۰ |
|         |         |         | ۶۱۵/۶۰۰ | ./۹۷۵۰۰ | ./۹۴۸۰۰ |

Atmospheric data of ortega J. and Pena J.A., J. Chem. Eng. Data 31, 339 (1986):

| T C    | X ETOAC  | Y ETOAC  | T C    | X ETOAC  | Y ETOAC  |
|--------|----------|----------|--------|----------|----------|
| ۷۸/۴۵. | ./۰.۰۰۰۰ | ./۰.۰۰۰۰ | ۷۱/۸۵. | ./۴۴۷۰.  | ./۴۸۷۰.  |
| ۷۷/۴۰. | ./۰.۲۴۸. | ./۰.۵۷۷. | ۷۱/۸۰. | ./۴۶۵۱.  | ./۴۹۳۴.  |
| ۷۷/۲۰. | ./۰.۳۰۸. | ./۰.۷۰۶. | ۷۱/۷۵. | ./۴۷۵۵.  | ./۴۹۹۵.  |
| ۷۶/۸۰. | ./۰.۴۶۸. | ./۱.۰۰۷. | ۷۱/۷۰. | ./۵۱۰۰۰. | ./۵۱۰۹.  |
| ۷۶/۶۰. | ./۰.۵۳۵. | ./۱.۱۱۴. | ۷۱/۶۰. | ./۵۶۶۹.  | ./۵۳۱۲.  |
| ۷۶/۴۰. | ./۰.۶۱۵. | ./۱.۲۴۵. | ۷۱/۵۵. | ./۵۹۶۵.  | ./۵۴۵۲.  |
| ۷۶/۲۰. | ./۰.۶۹۱. | ./۱.۳۹۱. | ۷۱/۸۰. | ./۶۲۱۱.  | ./۵۶۵۲.  |
| ۷۶/۱۰. | ./۰.۷۳۴. | ./۱.۴۴۷. | ۷۱/۹۰. | ./۶۴۲۵.  | ./۵۸۳۱.  |
| ۷۵/۹۰. | ./۰.۸۴۸. | ./۱.۶۳۳. | ۷۲/۰۰. | ./۶۶۹۵.  | ./۶۰۴۰.  |
| ۷۵/۶۰. | ./۱.۰۰۵. | ./۱.۸۶۸. | ۷۲/۱۰. | ./۶۸۵۴.  | ./۶۱۶۹.  |
| ۷۵/۴۰. | ./۱.۰۹۳. | ./۱.۹۷۱. | ۷۲/۳۰. | ./۷۱۹۲.  | ./۶۴۷۵.  |
| ۷۵/۱۰. | ./۱.۲۱۶. | ./۲.۱۳۸. | ۷۲/۵۰. | ./۷۴۵۱.  | ./۶۷۲۵.  |
| ۷۵/۰۰. | ./۱.۲۹۱. | ./۲.۲۳۴. | ۷۲/۸۰. | ./۷۷۶۷.  | ./۷۰۲۰.  |
| ۷۴/۸۰. | ./۱.۴۳۷. | ./۲.۴۰۲. | ۷۳/۰۰. | ./۷۹۷۳.  | ./۷۲۲۷.  |
| ۷۴/۷۰. | ./۱.۴۶۸. | ./۲.۴۴۷. | ۷۳/۲۰. | ./۸۱۹۴.  | ./۷۴۴۹.  |
| ۷۴/۵۰. | ./۱.۶۰۶. | ./۲.۶۲۰. | ۷۳/۵۰. | ./۸۳۹۸.  | ./۷۶۶۱.  |
| ۷۴/۳۰. | ./۱.۶۸۸. | ./۲.۷۱۲. | ۷۳/۷۰. | ./۸۵۰۳.  | ./۷۷۷۳.  |
| ۷۴/۲۰. | ./۱.۷۴۱. | ./۲.۷۸۰. | ۷۳/۹۰. | ./۸۶۳۴.  | ./۷۳۱۴.  |
| ۷۴/۱۰. | ./۱.۷۹۶. | ./۲.۸۳۶. | ۷۴/۱۰. | ./۸۷۹۰.  | ./۸۰۷۴.  |
| ۷۴/۰۰. | ./۱.۹۹۲. | ./۳.۰۳۶. | ۷۴/۳۰. | ./۸۹۱۶.  | ./۸۲۱۶.  |
| ۷۳/۸۰. | ./۲.۰۹۸. | ./۳.۱۴۳. | ۷۴/۷۰. | ./۹۱۵۴.  | ./۸۵۰۴.  |
| ۷۳/۷۰. | ./۲.۱۸۸. | ./۳.۲۳۴. | ۷۵/۱۰. | ./۹۳۶۷.  | ./۸۷۹۸.  |
| ۷۳/۳۰. | ./۲.۴۹۷. | ./۳.۵۱۷. | ۷۵/۳۰. | ./۹۴۴۵.  | ./۸۹۱۹.  |
| ۷۳/۰۰. | ./۲.۷۸۶. | ./۳.۷۸۱. | ۷۵/۵۰. | ./۹۵۲۶.  | ./۹۰۳۸.  |
| ۷۲/۷۰. | ./۳.۰۸۶. | ./۴.۰۰۲. | ۷۵/۷۰. | ./۹۶۳۴.  | ./۹۲۰۸.  |
| ۷۲/۴۰. | ./۳.۳۷۷. | ./۴.۲۲۱. | ۷۶/۰۰. | ./۹۷۴۸.  | ./۹۳۴۸.  |
| ۷۲/۳۰. | ./۳.۵۵۴. | ./۴.۳۳۱. | ۷۶/۲۰. | ./۹۸۴۳.  | ./۹۵۲۶.  |
| ۷۲/۰۰. | ./۴.۰۱۹. | ./۴.۶۱۱. | ۷۶/۴۰. | ./۹۹۰۳.  | ./۹۶۸۶.  |
| ۷۱/۹۵. | ./۴.۱۸۴. | ./۴.۶۹۱. | ۷۷/۱۵. | ۱/۰.۰۰۰. | ۱/۰.۰۰۰. |
| ۷۱/۹۰. | ./۴.۲۴۴. | ./۴.۷۳۰. |        |          |          |

- Data Regression را به عنوان نوع اجرا انتخاب کنید.
- در صفحه Components Specification Selection، اتانول و اتیل استات را انتخاب کنید.



شکل ۹۳