Payame Noor University
Sari

Department Chemistry

Title:
Calculation of Internal Pressure of Dense Fluids Using the Linear Isotherm Regularity

Submitted in Partial Fulfillment
of the Requirements for the Degree of
M.S(M.A.)in **Physical Chemistry**

by :
Zahra Miri

Supervisors :
Dr. V. Moeini

Advisor :
Dr. F. Ashrafi

Month.Year :
September 2008

Payame Noor University
Sari

Department Chemistry

Title:
Calculation of Internal Pressure of Dense Fluids Using the Linear Isotherm Regularity

Submitted in Partial Fulfillment
of the Requirements for the Degree of
M.S(M.A.)in **Physical Chemistry**

by :
Zahra Miri

Supervisors :
Dr. V. Moeini

Advisor :
Dr. F. Ashrafi

Month.Year :
September 2008

حمد و سپاس خدای متعال را که قدرت اندیشیدن به ما عطا فرمود و اینچنین ما را اشرف مخلوقات قرار داد.

با تقدیر و تشکر از راهنمایی های مفید و موثر استاد راهنما محترم و دانشمندم **جناب آقای دکتر وحید معینی**، استاد مشاور فرزانه ام **جناب آقای دکتر فریدون اشرفی**، استاد داور ارجمند **جناب آقای دکتر محسن افتاده** و هم چنین نماینده محترم دانشکده شیمی **جناب آقای دکتر نادر بهرامی فر** که اینجانب را در تالیف این مکتوب یاری نموده و همواره در راستای اعتلای فرهنگ و دانش این مرز و بوم گام برمی دارند، بی شک جامعه علمی و فرهنگی مرهون تلاش های بی شائبه این بزرگواران می باشد.

در پایان نیز از زحمات اساتید گرانقدر و پرسنل ساعی دانشکده شیمی و تمام دوستان در تحصیلات تکمیلی تشکر می نمایم.

امیدوارم در سایه الطاف خداوند سبحان همواره موفق و پیروز باشند.

دانشکده : علوم پایه

گروه : شیمی

عنوان پایان نامه

محاسبه فشار درونی سیالات چگال با به کارگیری قانون هم‌دمای خطی

پایان نامه:

برای دریافت درجه کارشناسی ارشد

در رشته شیمی فیزیک

استاد راهنما

دکتر وحید معینی

استاد مشاور

دکتر فریدون اشرفی

نگارنده

زهرا میری

شهریور۱۳۸۷

دانشگاه پیام نور

دانشکده : علوم پایه

گروه : شیمی

عنوان پایان نامه

محاسبه فشار درونی سیالات چگال با به کارگیری قانون هم‌دمای خطی

پایان نامه:

برای دریافت درجه کارشناسی ارشد

در رشته شیمی فیزیک

استاد راهنما

دکتر وحید معینی

استاد مشاور

دکتر فریدون اشرفی

نگارنده

زهرا میری

شهریور۱۳۸۷

تقدیم به

خانواده مهربانم

که همواره چراغ راه من بوده اند.

باسپاس

بسم الله الرحمن الرحيم

چکیده

نیروهای چسبندگی، که نتیجه‌ای از نیروهای جاذبه و دافعه بین موکلول‌های سیال می‌باشند، با نگه‌داشتن مولکول‌ها در کنار یکدیگر فشاری در سیال ایجاد می‌کنند که فشار درونی نامیده می‌شود. هدف اصلی تحقیق حاضر محاسبه فشار درونی سیالات چگال با استفاده از قانون هم‌دمای خطی، معروف به معادله حالت LIR است. سیالات به‌کار رفته در این تحقیق (Ar, N_2, CO, CH_4, C_2H_6, C_3H_8, $n\text{-}C_4H_{10}$, $iso\text{-}C_4H_{10}$, C_5H_{12}, C_7H_8) می‌باشند. میزان انحراف بین فشار درونی تجربی و فشار درونی محاسبه شده به‌وسیله LIR به بهترین نحو از طریق کاربرد پارامترهای جدید در LIR بیان شده‌اند. در این تحقیق، وابستگی دمایی پارامترهای LIR ازدرجه اول به درجه دوم و درجه سوم توسعه داده شده است، و مشتقات دمایی جدید برای محاسبه فشار درونی به‌کار رفته است. مدل به‌دست آمده به درستی فشار درونی را از حد پایین دانسیته، در دانسیته بویل، و از دمای سه‌گانه تا دوبرابر دمای بویل نشان می‌دهد. حد بالاتر دانسیته در ۱/۴ برابر دانسیته بویل ظاهر می‌شود. این مسائل منجر به تلاش ما برای ایجاد تابعی برای محاسبه دقیق فشار درونی، بر اساس تئوری LIR برای سیالات متفاوت شده است.

کلید واژگان : قانون هم‌دمای خطی (LIR)، فشار درونی، سیال چگال، دانسیته بویل

نام خانوادگی دانشجو : میری رامشه نام : زهرا

عنوان پایان نامه : محاسبه فشار درونی سیالات چگال با استفاده از قانون هم‌دمای خطی

استاد راهنما : دکتر وحید معینی

استاد مشاور : دکتر فریدون اشرفی

مقطع تحصیلی : کارشناسی ارشد رشته : شیمی گرایش : شیمی فیزیک دانشگاه : پیام نور ساری

دانشکده : علوم پایه تاریخ فارغ التحصیلی : ۸۷/۶/۲۱ تعداد صفحه : ۱۵۴

کلید واژگان : قانون هم‌دمای خطی (LIR)، فشار درونی، سیال چگال، دانسیته بویل

چکیده :

نیروهای چسبندگی، که نتیجه‌ای از نیروهای جاذبه و دافعه بین موکلول‌های سیال می‌باشند، با نگه‌داشتن مولکول‌ها در کنار یکدیگر فشاری در سیال ایجاد می‌کنند که فشار درونی نامیده می‌شود. هدف اصلی تحقیق حاضر محاسبه فشار درونی سیالات چگال با استفاده از قانون هم‌دمای خطی، معروف به معادله حالت LIR است. سیالات به‌کار رفته در این تحقیق (Ar, N_2, CO, CH_4, C_2H_6, C_3H_8, $n\text{-}C_4H_{10}$, $iso\text{-}C_4H_{10}$, C_5H_{12}, C_7H_8) می‌باشند. میزان انحراف بین فشار درونی تجربی و فشار درونی محاسبه شده به‌وسیله LIR به بهترین نحو از طریق کاربرد پارامترهای جدید در LIR بیان شده‌اند. در این تحقیق، وابستگی دمایی پارامترهای LIR ازدرجه اول به درجه دوم و درجه سوم توسعه داده شده است، و مشتقات دمایی جدید برای محاسبه فشار درونی به‌کار رفته است. مدل به‌دست آمده به درستی فشار درونی را از حد پایین دانسیته، در دانسیته بویل، و از دمای سه‌گانه تا دوبرابر دمای بویل نشان می‌دهد. حد بالاتر دانسیته در ۱/۴ برابر دانسیته بویل ظاهر می‌شود. این مسائل منجر به تلاش ما برای ایجاد تابعی برای محاسبه دقیق فشار درونی، بر اساس تئوری LIR برای سیالات متفاوت شده است.

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

مقدمه..... ۱

➢ فصل اول : فشار درونی در سیالات چگال

۱-۱ فشار درونی.....۴

۱-۲ اهمیت فشار درونی.....۴

۱-۳ روش‌های محاسبه فشار درونی.....۵

۱-۳-۱ ضریب فشار حرارتی.....۶

۱-۳-۲ تراکم پذیری هم دما و انبساط پذیری هم فشار.....۷

۱-۳-۳ کشش سطحی.....۸

۱-۳-۴ آنتالپی تبخیر.....۸

۱-۳-۵ سرعت صوت.....۹

۱-۳-۶ معادله حالت.....۹

عنوان **صفحه**

۱-۴سیال چگال ۱۰

۱-۴-۱ معادله تیت..... ۱۱

۱-۴-۲ معادله مارناگان..... ۱۲

۱-۴-۳ قاعده خط زینو..... ۱۳

۱-۴-۴ قاعده هوانگ و اکانل..... ۱۳

۱-۵ یک معادله حالت ساده برای سیال چگال..... ۱۴

۱-۶ معادله حالت LIR..... ۱۶

۱- ۷ تعمیم قانون هم‌دمای خطی برای الکل‌های زنجیره‌ای نوع اول، دوم و سوم، کتون‌ها و ۱- کربوکسیلیک اسیدها بوسیله روش شرکت گروه..... ۱۷

۱-۷-۱ معادله LIR تغییر یافته برای آلکان‌هایی با زنجیره بلند..... ۱۸

۱-۷-۲ تعمیم LIR به الکل‌های زنجیری نوع اول ، دوم و سوم..... ۱۹

۱-۷-۳ تعمیم LIR به کتون‌های زنجیری طویل..... ۲۰

۱-۷-۴ تعمیم LIR به ۱- کربوکسیلیک اسیدهای راست زنجیر..... ۲۱

۱-۷-۵تعمیم به مخلوط ها..... ۲۱

عنوان **صفحه**

۱-۸ توانایی معادله حالت LIR در پیش بینی نقطه همرسی ضریب انبساط پذیری هم فشار.....۲۲

۱- ۹ تعیین وابستگی دما و دانسیته پارامترهای پتانسیل جفت موثر میانگین با استفاده از معادله حالت LIR.....۲۳

۱-۱۰ محاسبه خواص انتقالی سیالات چگال با استفاده از تئوری انسکوگ و یک معادله حالت مناسب.....۲۷

۱-۱۰-۱تئوری انسکوگ تغییر یافته.....۲۷

۱-۱۰-۲محاسبه هدایت گرمایی.....۲۹

۱-۱۰-۳محاسبه خود- پخشی.....۳۱

۱-۱۱یک معادله حالت جدید به‌دست آمده از تئوری اختلال مکانیکی.....۳۲

۱-۱۲یک قانون جدید برای فشار درونی سیالات چگال.....۳۸

۱-۱۳ فشار درونی به عنوان تابعی از فشار.....۴۴

۱-۱۴ مطالعه دینامیک مولکولی روی نقش نیروهای جاذبه و دافعه در فشار درونی و ساختار سیالات چگال.....۴۸

۱-۱۴-۱ رفتار هم‌دماهای فشار درونی و انرژی درونی در برابر حجم.....۴۹

۱-۱۴-۲ رابطه بین انرژی پتانسیل بین مولکولی و فشار درونی.....۵۰

عنوان **صفحه**

➢ **فصل دوم : محاسبه فشار درونی $(\partial E/\partial v)_T$ سیالات چگال**

۲-۱ محاسبه فشار درونی $(\partial E/\partial v)_T$ سیالات چگال با استفاده از قانون هم‌دمای خطی..... ۵۶

۲-۱-۱ تعیین فشار درونی سیال چگال کربن مونو اکسید CO..... ۵۸

۲-۱-۲ تعیین فشار درونی سیال چگال تولوئن $C_۷H_۸$..... ۶۳

۲-۱-۳ تعیین فشار درونی سیال چگال بنزن $C_۶H_۶$..... ۶۸

۲-۱-۴ تعیین فشار درونی سیال چگال آرگون Ar..... ۷۴

۲-۱-۵ تعیین فشار درونی سیال چگال نیتروژن $N_۲$..... ۷۷

۲-۱-۶ تعیین فشار درونی سیال چگال متان $CH_۴$..... ۸۱

۲-۱-۷ محاسبه فشار درونی سیال چگال اتان $C_۲H_۶$..... ۸۳

۲-۱-۸ تعیین فشار درونی سیال چگال پروپان $C_۳H_۸$..... ۸۴

۲-۱-۹ تعیین فشار درونی سیال چگال نرمال بوتان $n-C_۴H_{۱۰}$..... ۸۶

۲-۱-۱۰ تعیین فشار درونی سیال چگال ایزو بوتان $iso-C_۴H_{۱۰}$..... ۸۸

➢ **فصل سوم : محاسبه فشار درونی سیالات چگال بر اساس A و B توسعه یافته**

عنوان **صفحه**

۳-۱ محاسبه فشار درونی $(\partial E/\partial v)_T$ سیالات چگال بر اساس A و B توسعه یافته.....۹۱

۳-۱-۱محاسبه فشار درونی $(\partial E/\partial v)_T$سیال چگال کربن مونو اکسید بر اساس A و B توسعه یافته.....۹۲

۳-۱-۲ محاسبه فشار درونی $(\partial E/\partial v)_T$سیال چگال تولوئن بر اساس A و B توسعه یافته.....۹۵

۳-۱-۳ محاسبه فشار درونی $(\partial E/\partial v)_T$سیال چگال بنزن بر اساس A و B توسعه یافته.....۹۹

۳-۱-۴ محاسبه فشار درونی $(\partial E/\partial v)_T$سیال چگال آرگون بر اساس A و B توسعه یافته.....۱۰۳

۳-۱-۵ محاسبه فشار درونی $(\partial E/\partial v)_T$سیال چگال نیتروژن بر اساس A و B توسعه یافته.....۱۰۷

۳-۱-۶ تعیین فشار درونی $(\partial E/\partial v)_T$سیال چگال متان بر اساس A و B توسعه یافته.....۱۱۱

۳-۱-۷ تعیین فشار درونی $(\partial E/\partial v)_T$سیال چگال اتان بر اساس A و B توسعه یافته.....۱۱۴

۳-۱-۸ محاسبه فشار درونی $(\partial E/\partial v)_T$سیال چگال پروپان بر اساس A و B توسعه یافته.....۱۱۸

۳-۱-۹ تعیین فشار درونی $(\partial E/\partial v)_T$سیال چگال نرمال بوتان بر اساس A و B توسعه یافته.....۱۲۱

۳-۱-۱۰ تعیین فشار درونی $(\partial E/\partial v)_T$سیال چگال ایزو بوتان بر اساس A و B توسعه یافته.....۱۲۵

➢ فصل چهارم : تصحیح دوم فشار درونی سیالات چگال بر اساس A و B توسعه یافته

۴-۱ تصحیح دوم فشار درونی $(\partial E/\partial v)_T$ سیالات چگال بر اساس A و B توسعه یافته.....۱۳۰

عنوان **صفحه**

۴-۱-۱ تصحیح دوم فشار درونی $(\partial E/\partial v)_T$ سیال چگال کربن مونوکسید بر اساس A و B توسعه یافته.....۱۳۱

۴-۱-۲ تصحیح دوم فشار درونی $(\partial E/\partial v)_T$ سیال چگال تولوئن بر اساس A و B توسعه یافته.....۱۳۸

۴-۱-۳ تصحیح دوم فشار درونی $(\partial E/\partial v)_T$ سیال چگال بنزن بر اساس A و B توسعه یافته.....۱۴۳

➢ فصل پنجم : بحث و نتیجه گیری

۵-۱ نتیجه گیری.....۱۵۰

۵-۲ ارائه پیشنهاد.....۱۵۱

مراجع.....۱۵۲

چکیده انگلیسی

فهرست جداول

عنوان **صفحه**

جدول۲-۱ : برخی خواص فیزیکی و ترمودینامیکی سیالات چگال-n (Ar , CH_4, CO, N_2, C_2H_6, C_3H_8, $iso\text{-}C_4H_{10}$, C_4H_{10}, C_5H_{12}, C_6H_{14}).....۵۸

جدول۲-۲ : عرض از مبدا A و شیب B معادله $(Z-1)(v/v_c)^2 = A+B(\rho/\rho_c)^2$ همراه با ضریب همبستگی R^2، محدوده فشار Δp ، محاسبه شده از معادله LIR برای کربن مونوکسید در دماهای مختلف.....۵۹

جدول۲-۳ : عرض از مبدا A و شیب B معادله $(Z-1)(v/v_c)^2 = A+B(\rho/\rho_c)^2$ همراه با ضریب همبستگی R^2، محدوده فشار Δp ، محاسبه شده از معادله LIR برای تولوئن در دماهای مختلف.....۶۳

جدول۲-۴ : عرض از مبدا A و شیب B معادله $(Z-1)(v/v_c)^2 = A+B(\rho/\rho_c)^2$ همراه با ضریب همبستگی R^2، محدوده فشار Δp ، محاسبه شده از معادله LIR برای بنزن در دماهای مختلف.....۶۸

جدول۲-۵ : عرض از مبدا A و شیب B معادله $(Z-1)(v/v_c)^2 = A+B(\rho/\rho_c)^2$ همراه با ضریب همبستگی R^2, محدوده فشار Δp , محاسبه شده از معادله LIR برای آرگون در دماهای مختلف.....۷۴

جدول۲-۶ : عرض از مبدا A و شیب B معادله $(Z-1)(v/v_c)^2 = A+B(\rho/\rho_c)^2$ همراه با ضریب همبستگی R^2, محدوده فشار Δp , محاسبه شده از معادله LIR برا ی نیتروژن در دماهای مختلف.....۷۷

جدول ۲-۷: عرض از مبدا A و شیب B معادله $(Z-1)(v/v_c)^2 = A+B(\rho/\rho_c)^2$ همراه با ضریب همبستگی R^2, محدوده فشار Δp , محاسبه شده از معادله LIR برای متان در دماهای مختلف.....۸۱

عنوان **صفحه**

جدول ۲-۸: عرض از مبدا A و شیب B معادله $(Z-1)(v/v_c)^2 = A+B(\rho/\rho_c)^2$ همراه با ضریب همبستگی R^2, محدوده فشار Δp , محاسبه شده از معادله LIR برای اتان در دماها ی مختلف.....۸۳

جدول ۲-۹: عرض از مبدا A و شیب B معادله $(Z-1)(v/v_c)^2 = A+B(\rho/\rho_c)^2$ همراه با ضریب همبستگی R^2, محدوده فشار Δp , محاسبه شده از معادله LIR برای پروپان در دماهای مختلف.....۸۴

جدول ۲-۱۰ : عرض از مبدا A و شیب B معادله $(Z-1)(v/v_c)^2 = A+B(\rho/\rho_c)^2$ همراه با ضریب همبستگی R^2, محدوده فشار Δp , محاسبه شده از معادله LIR برای نرمال بوتان در دماهای مختلف.....۸۶

جدول ۲-۱۱ : عرض از مبدا A و شیب B معادله $(Z-1)(v/v_c)^2 = A+B(\rho/\rho_c)^2$ همراه با ضریب همبستگی R^2, محدوده فشار Δp , محاسبه شده از معادله LIR برای ایزو بوتان در دماهای مختلف.....۸۸

جدول۳-۱: ضریب فشار حرارتی و فشار درونی محاسبه شده (بر اساس A وB توسعه یافته) و مقایسه آن با مقادیر محاسبه شده (با استفاده از معادله LIR) و مقادیر تجربی برای کربن مونوکسید در دمای ۱۸۰ K.....۹۳

جدول۳-۲: ضریب فشار حرارتی و فشار درونی محاسبه شده (بر اساس A وB توسعه یافته) و مقایسه آن با مقادیر محاسبه شده (با استفاده از معادله LIR) و مقادیر تجربی برای کربن مونوکسید در دمای ۲۱۰ K.....۹۴

جدول۳-۳: ضریب فشار حرارتی و فشار درونی محاسبه شده (بر اساس A وB توسعه یافته) و مقایسه آن با مقادیر محاسبه شده (با استفاده از معادله LIR) و مقادیر تجربی برای تولوئن در دمای ۳۰۰ K.....۹۶

جدول۳-۴: ضریب فشار حرارتی و فشار درونی محاسبه شده (بر اساس A وB توسعه یافته) و مقایسه آن با مقادیر محاسبه شده (با استفاده از معادله LIR) و مقادیر تجربی برای تولوئن در دمای ۶۲۰ K.....۹۸

عنوان **صفحه**

جدول۳-۵: ضریب فشار حرارتی و فشار درونی محاسبه شده (بر اساس A وB توسعه یافته) و مقایسه آن با مقادیر محاسبه شده (با استفاده از معادله LIR) و مقادیر تجربی برای بنزن در دمای ۲۸۰ K..... ۱۰۰

جدول۳-۶: ضریب فشار حرارتی و فشار درونی محاسبه شده (بر اساس A وB توسعه یافته) و مقایسه آن با مقادیر محاسبه شده (با استفاده از معادله LIR) و مقادیر تجربی برای بنزن در دمای ۵۵۰ K..... ۱۰۱

جدول۳-۷: ضریب فشار حرارتی و فشار درونی محاسبه شده (بر اساس A وB توسعه یافته) و مقایسه آن با مقادیر محاسبه شده (با استفاده از معادله LIR) و مقادیر تجربی برای بنزن در دمای ۵۹۰ K..... ۱۰۲

جدول۳-۸: ضریب فشار حرارتی و فشار درونی محاسبه شده (بر اساس A وB توسعه یافته) و مقایسه آن با مقادیر محاسبه شده (با استفاده از معادله LIR) برای آرگون در دمای ۸۶ K..... ۱۰۴

جدول۳-۹: ضریب فشار حرارتی و فشار درونی محاسبه شده (بر اساس A وB توسعه یافته) و مقایسه آن با مقادیر محاسبه شده (با استفاده از معادله LIR) برای آرگون در دمای ۱۰۰ K..... ۱۰۵

جدول۳-۱۰: ضریب فشار حرارتی و فشار درونی محاسبه شده (بر اساس A وB توسعه یافته) و مقایسه آن با مقادیر محاسبه شده (با استفاده از معادله LIR) برای آرگون در دمای ۱۲۰ K..... ۱۰۶

جدول۳-۱۱: ضریب فشار حرارتی و فشار درونی محاسبه شده (بر اساس A وB توسعه یافته) و مقایسه آن با مقادیر محاسبه شده (با استفاده از معادله LIR) برای نیتروژن در دمای ۷۰ K..... ۱۰۸

جدول۳-۱۲: ضریب فشار حرارتی و فشار درونی محاسبه شده (بر اساس A وB توسعه یافته) و مقایسه آن با مقادیر محاسبه شده (با استفاده از معادله LIR) برای نیتروژن در دمای ۹۰ K..... ۱۰۹

عنوان **صفحه**

جدول۳-۱۳: ضریب فشار حرارتی و فشار درونی محاسبه شده (بر اساس A وB توسعه یافته) و مقایسه آن با مقادیر محاسبه شده (با استفاده از معادله LIR) برای نیتروژن در دمای ۱۰۰ K.....۱۱۰

جدول۳-۱۴: ضریب فشار حرارتی و فشار درونی محاسبه شده (بر اساس A و B توسعه یافته) و مقایسه آن با مقادیر محاسبه شده (با استفاده از معادله LIR) برای متان در دمای ۱۷۰ K.....۱۱۲

جدول ۳-۱۵ : ضریب فشار حرارتی و فشار درونی محاسبه شده (بر اساس A و B توسعه یافته) و مقایسه آن با مقادیر محاسبه شده (با استفاده از معادله LIR) برای متان در دمای ۲۰۰ K.....۱۱۳

جدول ۳-۱۶ : ضریب فشار حرارتی و فشار درونی محاسبه شده (بر اساس A و B توسعه یافته) و مقایسه آن با مقادیر محاسبه شده (با استفاده از معادله LIR) برای متان در دمای ۳۴۰ K.....۱۱۳

جدول ۳-۱۷: ضریب فشار حرارتی و فشار درونی محاسبه شده (بر اساس A و B توسعه یافته) و مقایسه آن با مقادیر محاسبه شده (با استفاده از معادله LIR) برای اتان در دمای ۲۰۰ K.....۱۱۵

جدول ۳-۱۸: ضریب فشار حرارتی و فشار درونی محاسبه شده (بر اساس A و B توسعه یافته) و مقایسه آن با مقادیر محاسبه شده (با استفاده از معادله LIR) برای اتان در دمای ۲۷۰ K.....۱۱۶

جدول ۳-۱۹ : ضریب فشار حرارتی و فشار درونی محاسبه شده (بر اساس A و B توسعه یافته) و مقایسه آن با مقادیر محاسبه شده (با استفاده از معادله LIR) برای اتان در دمای ۳۰۰ K.....۱۱۷

جدول ۳-۲۰ : ضریب فشار حرارتی و فشار درونی محاسبه شده (بر اساس A و B توسعه یافته) و مقایسه آن با مقادیر محاسبه شده (با استفاده از معادله LIR) برای پروپان در دمای ۲۶۰ K.....۱۱۹

عنوان **صفحه**

جدول ۳-۲۱: ضریب فشار حرارتی و فشار درونی محاسبه شده (بر اساس A و B توسعه یافته) و مقایسه آن با مقادیر محاسبه شده (با استفاده از معادله LIR) برای پروپان در دمای ۳۳۰ K..... ۱۲۰

جدول ۳-۲۲ : ضریب فشار حرارتی و فشار درونی محاسبه شده (بر اساس A و B توسعه یافته) و مقایسه آن با مقادیر محاسبه شده (با استفاده از معادله LIR) برای پروپان در دمای ۴۰۰ K..... ۱۲۰

جدول ۳-۲۳ : ضریب فشار حرارتی و فشار درونی محاسبه شده (بر اساس A و B توسعه یافته) و مقایسه آن با مقادیر محاسبه شده (با استفاده از معادله LIR) برای نرمال بوتان در دمای ۳۲۰ K..... ۱۲۲

جدول ۳-۲۴: ضریب فشار حرارتی و فشار درونی محاسبه شده (بر اساس A و B توسعه یافته) و مقایسه آن با مقادیر محاسبه شده (با استفاده از معادله LIR) برای نرمال بوتان در دمای ۴۰۰ K..... ۱۲۳

جدول ۳-۲۵: ضریب فشار حرارتی و فشار درونی محاسبه شده (بر اساس A و B توسعه یافته) و مقایسه آن با مقادیر محاسبه شده (با استفاده از معادله LIR) برای نرمال بوتان در دمای ۴۲۰ K..... ۱۲۴

جدول ۳-۲۶ : ضریب فشار حرارتی و فشار درونی محاسبه شده (بر اساس A و B توسعه یافته) و مقایسه آن با مقادیر محاسبه شده (با استفاده از معادله LIR) برای ایزو بوتان در دمای ۲۵۰ K..... ۱۲۶

جدول ۳-۲۷ : ضریب فشار حرارتی و فشار درونی محاسبه شده (بر اساس A و B توسعه یافته) و مقایسه آن با مقادیر محاسبه شده (با استفاده از معادله LIR) برای ایزو بوتان در دمای ۴۰۰ K..... ۱۲۷

جدول ۳-۲۸ : ضریب فشار حرارتی و فشار درونی محاسبه شده (بر اساس A و B توسعه یافته) و مقایسه آن با مقادیر محاسبه شده (با استفاده از معادله LIR) برای ایزو بوتان در دمای ۴۲۰ K..... ۱۲۸