فهرست گزارش کار دستگاه انبساط گاز ایده آل

فصل اول : دستورالعمل دستگاه ۱

مقدمه ۱

شرح دستگاه ۲

نرم افزار ۲

فصل دوم : دستور آزمایش ۵

آزمایش قانون بویل ۵

آزمایش گی لوساک ۷

آزمایش فرایند آیزنتروپیک..... ۹

آزمایش فشار مرحله به مرحله ۱۰

آزمایش فشار ناگهانی ۱۱

تعیین نسبت حجم دو ظرف در فرآیند هم دما..... ۱۳

تعیین نسبت ظرفیت گرمایی..... ۱۵

فصل اول : دستورالعمل دستگاه

مقدمه:

دستگاه انبساط گاز ایده آل یک دستگاه آموزشی و آزمایشی برای آشناسازی دانشجویان با چند فرآیند ترمودینامیکطراحی و ساخته شده است. البته که در این دستگاه هوا را به عنوان گاز ایده آل در نظر گرفته ایم و مبنای آزمایش براساس هوا است.

گاز ایده آل یا گاز کامل به گازی گفته می شود که برخوردهای بین مولکولی ذرات آنها باهم قابل صرف نظر کردن باشد و یا به تعریف دیگر گاز کامل به گازی گفته می شود که از قانون گاز ایده آل پیروی کند.

قانون گاز کامل ایده آل به صورت رابطه زیر بیان می شود.

$$p = R\left(\frac{T}{V}\right)$$

در رابطه فوق p فشار مطلق برحسب پاسکال (pa) ، R ثابت گازها (برای هر گاز این مقدار عددمتفاوتی خواهد بود.) T دمای مطلق گاز برحسب درجه کلوین و (V) حجم مخصوص گاز است.

قانون گاز ایده آل را به صورت زیر نیز می توان نوشت.

$$pV = mRT$$

$$V = Vm$$

با دوبار نوشتن رابطه فوق برای مقدار ثابتی از گاز ایده آل، رابطه را به شکل زیر خواهیم نوشت.

$$\frac{P_1V_1}{T_1} = \frac{P_2V_2}{T_2}$$

در این دستگاه صورت های مختلفی از قانون گاز ایده آل را بررسی خواهیم کرد و آزمایش مربوط به هرکدام را جداگانه انجام خواهیم داد و با نتایج تئوری مقایسه خواهیم کرد.

شرح دستگاه :

دستگاه انبساط گاز ایده آل از دو استوانه شیشه ای تشکیل شده است که این دو استوانه به کمک کمپرسور موجود بر روی دستگاه تحت شرایط مختلف ترمودینامیکی قرار خواهند گرفت.

دما و فشار هر دو مخزن اندازه گرفته خواهد شد و نرم افزار همراه دستگاه این مقادیر اندازه گیری شده را نمایش خواهد داد.

دو مخزن به وسیله لوله و شیر میان آنها (v_s) به هم ارتباط داده شده اند. دو شیر v_1،v_2 هم برای ارتباط هر مخزن با اتمسفر است.

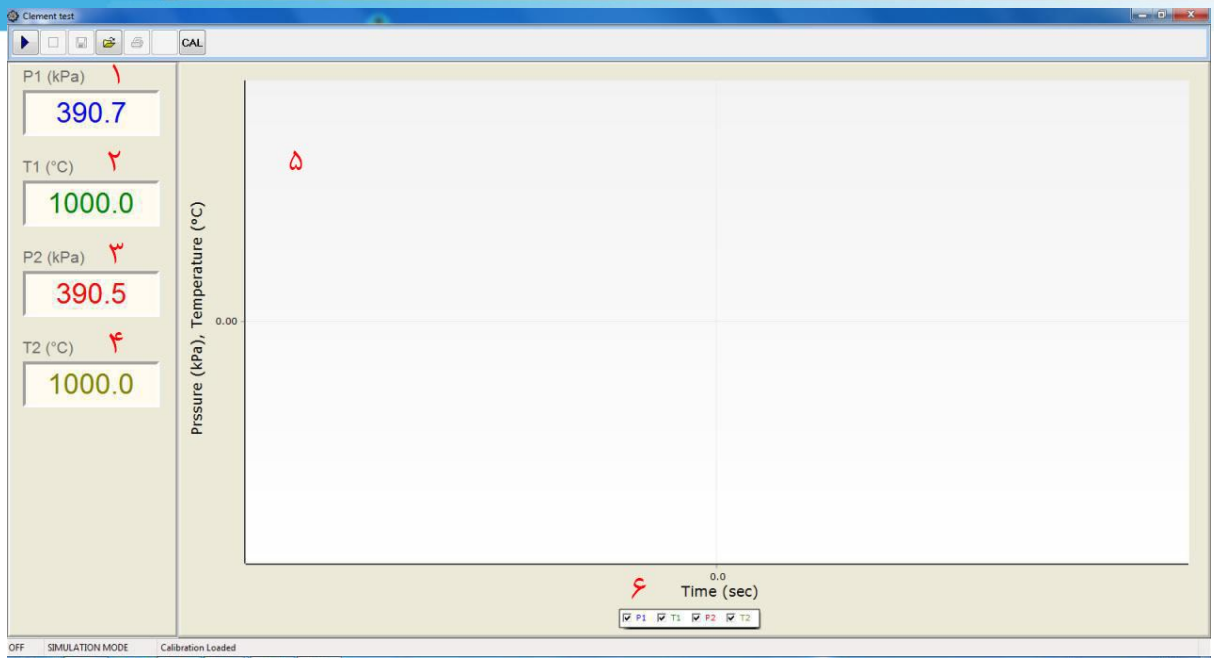
در کف هر مخزن نیز یک شیر تخلیه نصب شده است که در صورت مشاهده قطره های آب در مخزن این شیرها باز خواهند شد.

نرم افزار :

دستگاه دارای نرم افزار مربوطه است که مقادیر فشار و دمای اندازه گیری شده هر مخزن را نشان خواهد داد.

ارتباط دستگاه و کامپیوتر به کمک دانگل (قطعه فلش مانند) انجام خواهد شد.

شکل صفحه نرم افزار مطابق زیر است. در ادامه به توضیح هریک از گزینه های صفحه نرم افزار خواهیم پرداخت.



۱. $p_1(kpa)$: فشار مخزن وکیوم، مخزن کوچکتر را برحسب kpa نشان خواهد داد.

۲. $T_1(°C)$:دمای مخزن وکیوم، مخزن کوچکتر را برحسب °C نشان خواهد داد.

۳. $p_2(kpa)$: فشار مخزن بزرگتر را برحسب kpa نشان خواهد داد.

۴. $T_2(°C)$:دمای مخزن بزرگتر را برحسب °C نشان خواهد داد.

۵. نمودار تغییرات دما و فشار هر دو مخزن برحسب زمان رسم خواهد شد.

۶. با زدن تیک مربوط به هر گزینه نمودار آن آیتم رسم خواهد شد. در غیر اینصورت نمودار آن گزینه رسم نخواهد شد.

نوار ابزار(*Tool Bar*)

در قسمت بالای صفحه اصلی یک نوار ابزار وجود دارد که دکمه های مختلفی روی آن قرار دارد.

دکمه*Start*: با فشردن این دکمه ترسیم گراف بر اساس اطلاعات گرفته شده از سنسور ها شروع می شود.

دکمه*Stop* : با فشردن این دکمه ترسیم گراف متوقف می شود.

دکمه*Save* : با فشردن این دکمه پنجره*Save* استاندارد ویندوز باز می شود و اطلاعات مربوط به تست جاری را با نام دلخواه می توان ذخیره کرد.

دکمه*Open* : با فشردن این دکمه پنجره*Open* استاندارد ویندوز باز می شود و با وارد کردن نام فایل، گراف های ذخیره شده را می‌توان بازبینی نمود.

دکمه*Print* : با فشردن این دکمه صفحه*Print Preview*باز می شود که در آن گراف تست، قابل مشاهده است.

دکمه*Calibration* : با فشردن این دکمه پس از وارد کردن *Password* پنجره کالیبراسیون بازمی شود که در آن ظرفیت سنسورهای فشار و ضرایب کالیبراسیون واردمی شود. کالیبراسیون، توسط شرکت سازنده دستگاه (دقت آزما) انجام می پذیرد.

دکمه *Export to EXCEL* برای ذخیره اطلاعات به صورت لیستی از مختصات نقاط مربوط به گراف که قابل بازیابی توسط نرم افزار *Excel* می باشد، به کار می رود.

فصل دوم : دستور آزمایش

آزمایش های قابل انجام :

۱. آزمایش قانون بویل (boyls law)
۲. قانون چارلز (charless law)
۳. آزمایش قانون گی لوساک (gay lussac law)
۴. آزمایش فرایند آیزنتروپیک (Isentropic expansion)
۵. انبساط مرحله ای (پله ای) (step wise depressurization)
۶. انبساط ناگهانی (Brief expansion)
۷. ضریب حجم (determination of value)
۸. محاسبه ضریب گرمایی (determination of heat capacity)

در ادامه فرآیندهای مختلف گاز ایده آل هرکدام توضیح داده خواهد شد و آزمایش مربوط به فرآیند بیان خواهد گردید.

آزمایش قانون بویل (boyls law) :

اهداف این آزمایش :

۱. بررسی رابطه بین فشار و دما در یک سیستم با گاز ایده آل
۲. مقایسه نتایج تئوری با نتایج بدست آمده از آزمایش

قانون بویل به رابطه عکس فشار مطلق و حجم در زمانی که دما در یک سیستم کاملاً بسته ثابت است، می پردازد. رابطه قانون بویل به صورت زیر بیان خواهد گردید.

$$PV = K$$

P : فشار مطلق برحسب pa

V : حجم گاز

K : مقدار ثابت فشار و حجم

رابطه فوق به شرط ثابت باقی ماندن دما در طی فرایند است. درصورت ثابت باقی ماندن دما و افزایش حجم، فشار با همان نسبت کاهش خواهد یافت.

به طور خلاصه قانون بویل به بررسی رفتار فشار و حجم در طی یک فرایند که در طی آن فرایند دما ثابت باقی خواهد ماند، می پردازد. یعنی دما قبل و بعد از فرایند ثابت باقی خواهد ماند. برای چنین فرایندی لازم است که فرایند با سرعت پایینی انجام گیرد.

$$P_1V_1 = P_2V_2$$

نحوه انجام آزمایش :

۱. دوشاخه برق دستگاه را به پریز وصل کنید و دستگاه را روشن کنید.
۲. دانگل همراه دستگاه را به کامپیوتر وصل کنید و نرم افزار مربوطه را اجرا کنید. در این حالت در گوشه سمت چپ و پایین نرم افزار ON را مشاهده خواهید کرد. مشاهده ON در این قسمت یعنی ارتباط بین کامپیوتر و دستگاه به طور صحیحی برقرار شده است. در غیر این صورت در این قسمت OFF مشاهده می شود.
۳. سه شیر توپی را باز کنید تا اطمینان حاصل کنید که فشار هر دو مخزن به فشار اتمسفر رسیده است.
۴. هر سه شیر توپی را ببندید.
۵. خروجی فشار مثبت کمپرسور (شلنگ قرمز رنگ)را به مخزن فشار (مخزن بزرگتر) وصل کنید و کمپرسور را روشن کنید تا فشار مخزن به حدود ۱۵۰ کیلوپاسکال برسد. سپس کمپرسور را خاموش کنید.
۶. بعد از ثابت شدن فشار مخزن، فشار مثبت و مخزن وکیوم، مقدار فشار هر دو مخزن را ثبت کنید.
۷. شیر توپی بین دو مخزن (V2) را باز کنید و مجدداً بعد از ثابت شدن فشار دو مخزن بعد از فشار را ثبت کنید و جدول زیر را کامل کنید.

	Before expansion	After expansion
PT1		
PT2		

خواسته های آزمایش :

اکنون رابطه بویل را برای داده های حاصل از آزمایش برای دو مخزن قبل و بعد از باز کردن شیر بنویسید و مطابقت نتایج حاصل از آزمایش را با قانون بویل بررسی کنید.

آزمایش انجام شده برای حالت مخزن فشار مثبت به مخزن فشار اتمسفر بود. آزمایش قانون بویل را برای دو حالت دیگر به شرح زیر می توان انجام داد.

۱. زمانی که خروجی فشار مثبت کمپرسور به مخزن فشار مثبت و دریچه وکیوم کمپرسور به مخزن وکیوم وصل شود، در این شرایط فشار مثبت و فشار منفی خواهیم داشت.
۲. زمانی که خروجی فشار مثبت کمپرسور به مخزن فشار مثبت وصل نیست و در عوض دریچه وکیوم کمپرسور به مخزن وکیوم وصل شود، در این حالت فشار بالاتر , فشار اتمسفر و مخزن وکیوم دارای فشار پایینتری از فشار اتمسفر است.

آزمایش گی لوساک(Gay-Lussac lawexpriment) :

قانون گی لوساک به بررسی ارتباط بین فشار و دما در یک حجم ثابت در شرایطی که تعداد مول های گاز ثابت است، می پردازد.

رابطه مربوط به گی لوساک را می توان به صورت زیر نوشت :

$$\frac{p}{T} = k$$

P : فشار مطلق برحسب کیلو پاسکال *(kpa)*

T : دمای گاز برحسب درجه کوین *(k)*

K : ثابت

دما در واقع معیاری برای اندازه گیری میانگین انرژی جنبشی ماده است. درمورد گازها با افزایش دما و به طبع آن افزایش انرژی جنبشی، از آنجا که برخوردهای بین مولکولی و همچنین برخورد مولکول ها با دیواره ظرف افزایش خواهد یافت و موجب افزایش فشار خواهد شد. در طی یک فرآیند که از قانون گی لوساک پیروی کند، رابطه زیر بیانگر شرایط اولیه و نهایی گاز خواهد بود.

$$\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2}$$

نحوه انجام آزمایش :

۱. دوشاخه برق دستگاه را به پریز وصل کنید و دستگاه را روشن کنید.

۲. دانگل همراه دستگاه را به کامپیوتر وصل کنید و نرم افزار مربوطه را اجرا کنید. در این حالت در گوشه سمت چپ و پایین نرم افزار ON را مشاهده خواهید کرد. مشاهده ON در این قسمت یعنی ارتباط بین کامپیوتر و دستگاه به طور صحیحی برقرار شده است. در غیر این صورت در این قسمت OFF مشاهده می شود.

۳. سه شیر توپی را باز کنید تا اطمینان حاصل کنید که فشار هر دو مخزن به فشار اتمسفر رسیده است.

	Trial 1		Trial 2		Trial 3	
Pressure (kpa)	Temperature (k)		Temperature (k)		Temperature (k)	
	pressurise	depressurise	pressurise	depressurise	pressurise	depressurise

۴. هر سه شیر توپی را ببندید.

۵. خروجی فشار مثبت کمپرسور (شلنگ قرمز رنگ)را به مخزن فشار مثبت (مخزن بزرگتر) وصل کنید.

۶. کمپرسور را روشن کنید و با هر kpa ۱۰افزایش فشار داخل مخزن، دمای مخزن را ثبت کنید و با رسیدن فشار داخل مخزن به حدود kpa ۱۶۰ کمپرسور را خاموش کنید.

۷. شیر توپی (V1) را به آرامی باز کنید و اجازه دهید تا هوای فشرده شده داخل مخزن به آرامی خارج شود. دما داخل مخزن را با هر kpa ۱۰کاهش فشار، ثبت کنید. این روند را ادامه دهید تا فشار داخل مخزن به فشار محیط برسد.

۸. آزمایش را ۳ بار انجام دهید و برای هر فشار میانگین گیری دما را انجام دهید.

۹. جدول زیر را کامل کنید.

خواسته های آزمایش :

۱. جدول و نمودار فشار برحسب دمای میانگین را رسم کنید.نمودار رسم شده باید با شیب ثابت و به صورت خطی باشد .

۲. رابطه گی لوساک را برای هر مرحله بنویسید و درستی نتیجه حاصل از آزمایش با رابطه گی لوساک را تحقیق کنید.

آزمایش فرایند آیزنتروپیک (Isentropic expansion process) :

زمانی که یک فرایند برگشت پذیر و آدیاباتیک باشد، آن را آیزنتروپیک می نامیم که بیانگر یک فرایند آنتروپی ثابت است.

رابطه زیر، رابطه بیان شده برای یک فرآیند پلی تروپیک است که اگر در این فرآیند n=k=1.4 باشد، آن را برای فرایند آیزنتروپیک در نظر می گیریم.

$$\frac{T_2}{T_1}=\left(\frac{P_2}{P_1}\right)^{\frac{n-1}{n}} \rightarrow n=k=1.4 \rightarrow \frac{T_2}{T_1}=\left(\frac{P_2}{P_1}\right)^{\frac{k-1}{k}}$$

فرآیند آیزنتروپیک

نحوه انجام آزمایش :

۱. دوشاخه برق دستگاه را به پریز وصل کنید و دستگاه را روشن کنید.
۲. دانگل همراه دستگاه را به کامپیوتر وصل کنید و نرم افزار مربوطه را اجرا کنید. در این حالت در گوشه سمت چپ و پایین نرم افزار ON را مشاهده خواهید کرد. مشاهده ON در این قسمت یعنی ارتباط بین کامپیوتر و دستگاه به طور صحیحی برقرار شده است. در غیر این صورت در این قسمت OFF مشاهده می شود.
۳. سه شیر توپی را باز کنید تا اطمینان حاصل کنید که فشار هر دو مخزن به فشار اتمسفر رسیده است.
۴. هر سه شیر توپی را ببندید.
۵. خروجی فشار مثبت کمپرسور(شلنگ قرمز رنگ) را به مخزن فشار وصل کنید.
۶. کمپرسور را روشن کنید تا فشار داخل مخزن فشار به حدود ۱۶۰ kpa برسد. در این حالت کمپرسور را خاموش کنید و صبر کنید تا فشار و دمای داخل مخزن ثابت شوند و سپس فشار و دما را یادداشت کنید.
۷. شیر توپی V1 را باز کنید تا هوای فشرده شده داخل مخزن فشار خارج شود و به فشار اتمسفر برسد. کمی صبر کنید تا فشار و دما به عدد ثابتی برسد. در این حالت مجدداً فشار و دما را ثبت کنید.
۸. جدول زیر را کامل کنید.

	Before expansion	After expansion
PT1 (kpa)		
T T1(k)		

خواسته های آزمایش :

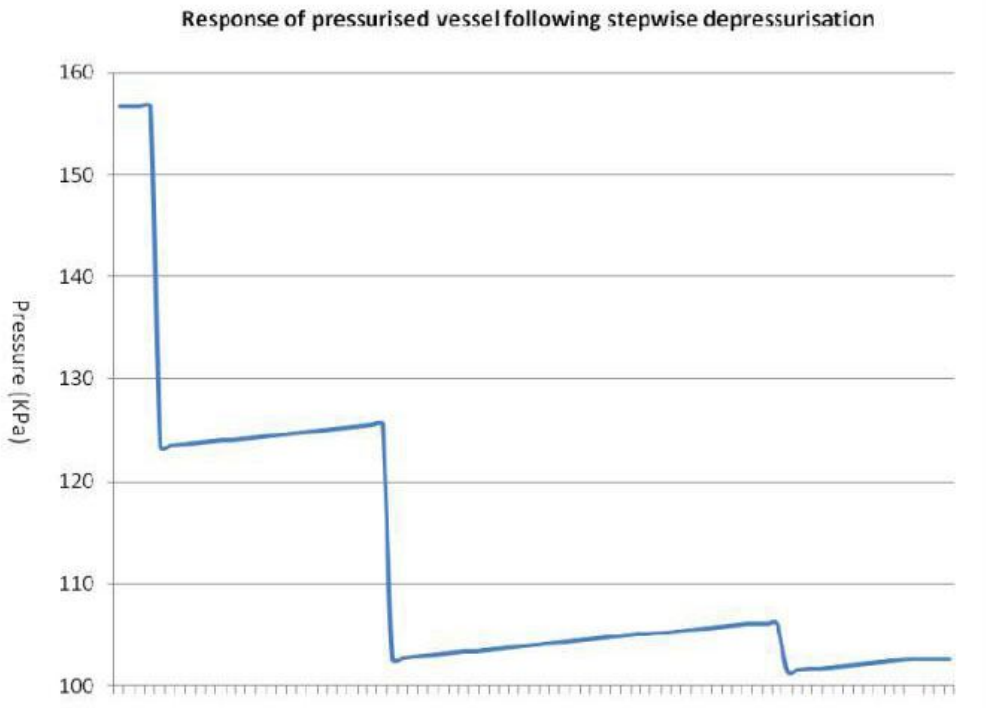
اعداد بدست آمده از آزمایش را در رابطه آیزنتروپیک به کار ببرید و درصد خطا را بنویسید.

افت فشار مرحله به مرحله (stepwise depressurization) :

نحوه انجام آزمایش :

۱. دوشاخه برق دستگاه را به پریز وصل کنید و دستگاه را روشن کنید.
۲. دانگل همراه دستگاه را به کامپیوتر وصل کنید و نرم افزار مربوطه را اجرا کنید. در این حالت در گوشه سمت چپ و پایین نرم افزار ON را مشاهده خواهید کرد. مشاهده ON در این قسمت یعنی ارتباط بین کامپیوتر و دستگاه به طور صحیحی برقرار شده است. در غیر این صورت در این قسمت OFF مشاهده می شود.
۳. سه شیر توپی را باز کنید تا اطمینان حاصل کنید که فشار هر دو مخزن به فشار اتمسفر رسیده است.
۴. هر سه شیر توپی را ببندید.
۵. خروجی فشار مثبت کمپرسور(شلنگ قرمز رنگ) را به مخزن فشار وصل کنید.
۶. کمپرسور را روشن کنید تا فشار داخل مخزن به حدود kpa ۱۶۰ برسد. در این حالت کمپرسور را خاموش کنید و صبر کنید تا فشار داخل مخزن ثابت شود، سپس مقدار آن را ثبت کنید.
۷. شیر توپی V1 را باز کنید و فوراً ببندید. صبر کنید تا فشار داخل مخزن بعد از بستن مجدد شیر ثابت شود، در این حالت مقدار فشار را دوباره ثبت کنید.
۸. مرحله ۷ را برای ۳ تا ۴ بار متوالی تکرار کنید و فشارها را ثبت کنید.
۹. جدول زیر را کامل کنید و نموداری مانند نمودار زیر رسم کنید.

Pressure (kpa)				
Before expansion	After expansion			
	1st	2nd	3rd	4th



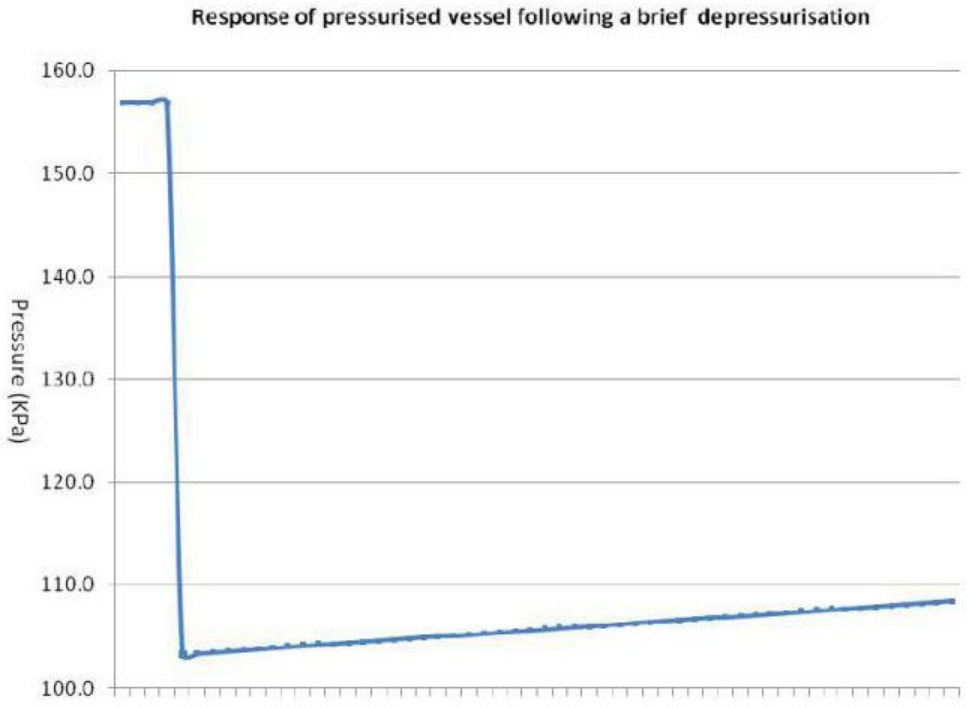
افت فشار ناگهانی(Brief Depressurization) :

۱. دوشاخه برق دستگاه را به پریز وصل کنید و دستگاه را روشن کنید.

۲. دانگل همراه دستگاه را به کامپیوتر وصل کنید و نرم افزار مربوطه را اجرا کنید. در این حالت در گوشه سمت چپ و پایین نرم افزار ON را مشاهده خواهید کرد. مشاهده ON در این قسمت یعنی ارتباط بین کامپیوتر و دستگاه به طور صحیحی برقرار شده است. در غیر این صورت در این قسمت OFF مشاهده می شود.

۳. سه شیر توپی را باز کنید تا اطمینان حاصل کنید که فشار هر دو مخزن به فشار اتمسفر رسیده است.
۴. هر سه شیر توپی را ببندید.
۵. خروجی فشار مثبت کمپرسور را به مخزن فشار وصل کنید.
۶. کمپرسور را روشن کنید تا فشار داخل مخزن به حدود kpa ۱۶۰ برسد. در این حالت کمپرسور را خاموش کنید و صبر کنید تا فشار داخل مخزن ثابت شود، سپس مقدار آن را ثبت کنید.
۷. شیر توپی V1 را باز کنید و بعد از چند ثانیه ببندید. بعد از ثابت شدن فشار، مقدار فشار را ثبت کنید.
۸. جدول زیر را کامل کنید و نموداری مانند نمودار زیر که مربوط به آزمایش است را رسم کنید.

Pressure (kpa)	
Before expansion	After expansion



تعیین نسبت حجم دو ظرف در فرآیند هم دما :

determination of ratio of volumes using anisothermal process :

دو مخزن با حجم و فشارهای مختلف وجود است و بین آنها با یک شیر به هم ارتباط داده شده است. در صورت باز کردن شیر فشار نهایی هر دو مخزن یکسان خواهد شد.

برای تعیین نسبت حجم هر دو مخزن با توجه به یکسان بودن فشار نهایی هر دو مخزن *(pabs)* معادله گاز کامل را برای هر دو مخزن به صورت زیر خواهیم نوشت.

$$pabsf = \frac{(m_1 + m_2)RT}{v_1 + v_2}$$

زیروند ۱ و۲ نشان دهنده مخزن ۱ و ۲ است.

از آن جا که در ابتدا دمای هر دو مخزن یکسان و در دمای اتاق بوده و همچنین فرایند هم دما فرض شد، پس دمای نهایی هر دو مخزن را نیز ثابت فرض خواهیم کرد و برای جرم m_1, m_2 هر دو مخزن به صورت زیر خواهیم نوشت :

$$m_1 = \frac{v_1 p_1\ abs, i}{RT}$$

$$m_2 = \frac{v_2 p_2\ abs, i}{RT}$$

m_1 : جرم گاز موجود در مخزن شماره ۱

m_2 :جرم گاز موجود در مخزن شماره ۲

v_1 : حجم مخزن شماره ۱

v_2 : حجم مخزن شماره ۲

$p_1\ abs$:فشار ابتدایی مخزن شماره ۱

$p_2\ abs$: فشار ابتدایی مخزن شماره ۲

T : دمای مخزن

R : ثابت گازها

با ترکیب کردن رابطه مربوط به دو جرم m_1, m_2 با رابطه اولیه به رابطه زیر خواهیم رسید.

$$P_f = \frac{\frac{v_1 p_1\ abs,i}{RT} + \frac{v_2 p_2\ abs,i}{RT} RT}{v_1 + v_2}$$

با ساده سازی رابطه فوق به رابطه زیر خواهیم رسید.

$$\frac{v_1}{v_2} = \frac{p_{2initial} - P_{2final}}{P_{1final} - p_{1intial}}$$

نحوه انجام آزمایش :

۱. دوشاخه برق دستگاه را به پریز وصل کنید و دستگاه را روشن کنید.
۲. دانگل همراه دستگاه را به کامپیوتر وصل کنید و نرم افزار مربوطه را اجرا کنید. در این حالت در گوشه سمت چپ و پایین نرم افزار ON را مشاهده خواهید کرد. مشاهده ON در این قسمت یعنی ارتباط بین کامپیوتر و دستگاه به طور صحیحی برقرار شده است. در غیر این صورت در این قسمت OFF مشاهده می شود.
۳. سه شیر توپی را باز کنید تا اطمینان حاصل کنید که فشار هر دو مخزن به فشار اتمسفر رسیده است.
۴. هر سه شیر توپی را ببندید.
۵. خروجی فشار مثبت کمپرسور(شلنگ قرمز رنگ) را به مخزن فشار وصل کنید.
۶. کمپرسور را روشن کنید تا فشار داخل مخزن به حدود kpa ۱۶۰ برسد. در این حالت کمپرسور را خاموش کنید و صبر کنید تا فشار هر دو مخزن کاملاً ثابت شود و سپس فشار دورن هر دو مخزن را ثبت کنید.
۷. شیر توپی بین دو مخزن v_2 را باز کنید تا فشار درون هر دو مخزن یکسان شود و در این حالت بعد از ثابت شدن مقدار فشارها، آن ها را ثبت کنید.
۸. جدول زیر را کامل کنید.

	PT1 (kpa)	PT2 (kpa)
Before expansion		
After expansion		

خواسته های آزمایش :

۱. باتوجه به حجم هر ظرف و مقادیر بدست آمده، صحت رابطه بیان شده برای نسبت حجم را ارزیابی کنید و درصد خطا را بیابید.
۲. آزمایش را برای حالت زیر نیز انجام دهید و مراحل فوق را تکرار کنید. (قسمت ۱ و ۲ خواسته های قانون بویل)

تعیین نسبت ظرفیت گرمایی : (determination of heat capacity ratio)

ظرفیت گرمایی در یک فرایند فشار ثابت را با C_P و در یک فرایند حجم ثابت را با C_v نشان خواهیم داد. نسبت ظرفیت گرمایی در فشار ثابت به ظرفیت گرمایی در حجم ثابت مجهولی است که در این قسمت آزمایش به آن خواهیم پرداخت.

$$K = \frac{C_P}{C_v}$$

برای بدست آوردن نسبت ظرفیت گرمایی *(K)* از رابطه *clement desormes* استفاده خواهیم نمود و این رابطه به صورت زیر بیان می شود.

$$K = \frac{C_P}{C_v} = \frac{LnP_i - LnP_m}{LnP_i - LnP_f}$$

رابطه فوق از برایند دو فرایند بدست آمده است که به شرح زیر است :

الف) انبساط آدیاباتیک برگشت پذیر با فشار اولیه P_i و فشار میانی P_m

ب) با بارگشت دما به مقدار اصلی و ثابت خود در حجم ثابت فشار به مقدار P_f خواهد رسید.

نحوه انجام آزمایش :

۱. دوشاخه برق دستگاه را به پریز وصل کنید و دستگاه را روشن کنید.
۲. دانگل همراه دستگاه را به کامپیوتر وصل کنید و نرم افزار مربوطه را اجرا کنید. در این جالت در گوشه سمت چپ و پایین نرم افزار ON را مشاهده خواهید کرد. مشاهده ON در این قسمت یعنی

ارتباط بین کامپیوتر و دستگاه به طور صحیحی برقرار شده است. در غیر این صورت در این قسمت OFF مشاهده می شود.

۳. سه شیر توپی را باز کنید تا اطمینان حاصل کنید که فشار هر دو مخزن به فشار اتمسفر رسیده است.

۴. هر سه شیر توپی را ببندید.

۵. خروجی فشار مثبت کمپرسور(شلنگ قرمز رنگ) را به مخزن فشار وصل کنید.

۶. کمپرسور را روشن کنید تا فشار داخل مخزن به حدود ۱۶۰ kpa برسد. در این حالت کمپرسور را خاموش کنید و بعد از ثابت ماندن فشار و دمای درون مخزن، مقدار فشار و دما را ثبت کنید.

۷. شیر توپی v_1 را برای چند ثانیه کاملاً باز کنید تا هوای داخل مخزن تخلیه شود و بعد از بستن شیر توپی، بلافاصله فشار را ثبت کنید. $(T_m), (P_m)$

۸. چند دقیقه صبر کنید تا فشار و دمای درون مخزن فشار به مقدار ثابت خود برسد. بعد از ثابت شدن فشار و دما، مقدار آنها را ثبت کنید. $(T_f), (P_f)$

۹. جدول زیر را کامل کنید و با استفاده از اطلاعات بدست آمده نسبت ظرفیت گرمایی (K) را بدست آورید.

	initial	intermediate	final
PT1 (kpa)			
T T1(k)			