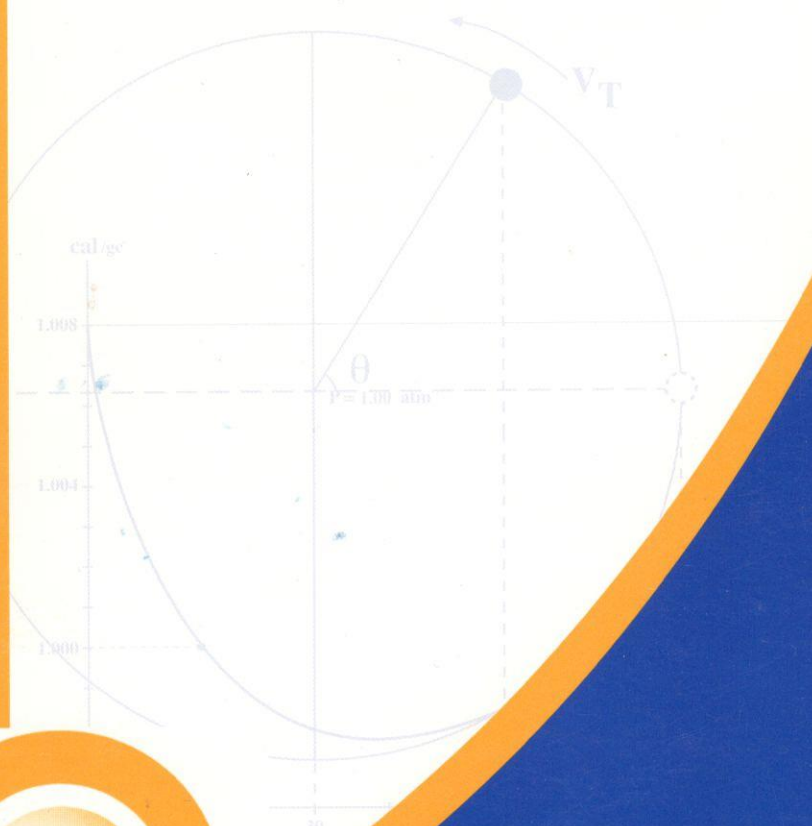
RWTÜV
TÜV CERT EN ISO 9001
شرکت صنایع آموزشی دارای گواهینامه ISO 9001 از شرکت RWTÜV

صنایع آموزشی E.E.I

۰۵ راهنمای استفاده

آزمایشگاه فیزیک دانشگاهی

قانون عمومی گازها



اولین دارنده گواهینامه مدیریت کیفیت ISO 9001 از شرکت RWTÜV آلمان برای طراحی و تولید تجهیزات آزمایشگاهی و آموزشی

worlddidac member
عضو سازمان جهانی صنایع آموزشی

عضو انجمن آموزش علوم انگلستان

قانون عمومی گازها

شرکت صنایع آموزشی

راهنمای استفاده از ابزارهای آزمایشگاه فیزیک

مولف اصغر لطفی

طراحی تصاویر سها همایی

طرح و آماده سازی گرافیک مهر

مجری و صفحه‌آرا آرزو سرافراز

لیتوگرافی گلمهر

چاپ صاحب کوثر

شمارگان ۳۰۰ نسخه

نوبت چاپ اول ـ ۱۳۸۱

قانون عمومی گازها

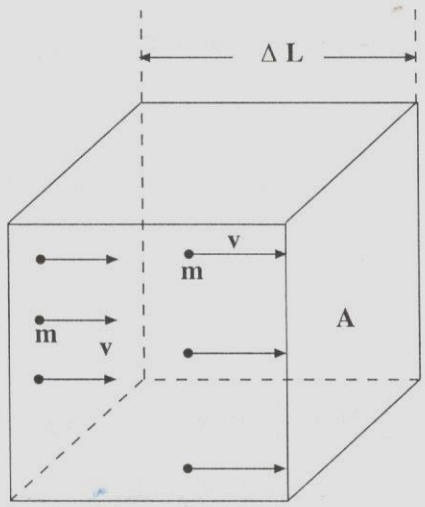
وقتی گازی در ظرفی محبوس است به جدار آن فشار وارد می‌کند. بر اساس نظریه جنبشی مولکولها، می‌توان گفت که مولکولهای حرکت کاملاً نامنظم (کاتوره‌ای) دارند و ضمن این حرکت به جدار ظرف ضربه وارد می‌کنند.

جریانی از ذرات را در نظر می‌گیریم که همگی با سرعت v عمود بر دیواری که جرمش به مراتب بزرگتر از جرم تمامی ذرات است در حرکتند. در مدت Δt تمام ذرات موجود به اندازه ΔL جابجا می‌شوند.

درنتیجه ذرات موجود در حجم $V= A\Delta L$ به دیوار ظرف ضربه وارد می‌کنند اگر تعداد ذره‌ها در یکای حجم را n بگیریم، می‌توان گفت که در مدت Δt تعداد $N= nV$ ذره

$V = Av\Delta t$

$N= nV= NAv\Delta t$ (۱)



شکل-۱

با دیوار ظرف برخورد کرده‌اند. A مساحت یک سطح دیواره ظرف است. نیرویی که ذرات هنگام برخورد بر جدار ظرف اعمال می‌کنند با تغییر اندازه حرکت خطی در یکای زمان برابر است رابطه -۲

$$F= \frac{\Delta (mv)}{\Delta t} \qquad (۲)$$

نیرویی که N ذره به جدار ظرف اعمال می‌کنند از رابطه -۳ به دست می‌آید.

$$F= \frac{nAv\,\Delta (mv)\,\Delta t}{\Delta t} = nAv\Delta (mv)$$

تغییر اندازه حرکت به نوع برخورد بستگی دارد، در برخورد الاستیک ذره با دیواره، سرعت v به $-v$ تبدیل می‌شود و $\Delta mv= 2mv$ خواهد بود. در نتیجه نیرویی که بر جداره وارد می‌شود از رابطه -۳ به دست می‌آید.

$F= nAv \times 2mv= 2Anmv^2$ (۳)

طبق تعریف فشار از تقسیم نیرو بر سطح به دست می‌آید.

$$P=\frac{F}{A} \rightarrow P=\frac{2AnmV^2}{A} \rightarrow P=2nmv^2 \qquad (4)$$

در رابطه -۴ باید دو تصحیح اصولی انجام گیرد. در بدست آوردن این رابطه فرض کردیم که تمام ذرات به طرف سطح A حرکت می‌کنند. در یک فضای سه بعدی اگر تعداد تمام ذره‌ها n باشد، $\frac{n}{6}$ ذره‌ها می‌توانند در یک جهت حرکت کنند. بنابراین بایستی به جای n از $\frac{n}{6}$ استفاده شود.

اصلاح دوم اینکه، در تعیین رابطه -۴ فرض کردیم که سرعت تمام ذره‌ها v است. مطابق توزیع ماکسول، سرعت ذره‌ها متفاوت است. لذا بایستی به جای مربع سرعت باید از مقدار متوسط مجذور سرعت مولکولها استفاده شود.

$$v^2 = \bar{v}^2 = \frac{1}{N}(v^2_1 + v^2_2 + \ldots v^2_N) \qquad (5)$$

در نتیجه رابطه ۴- به رابطه -۶ تبدیل می‌شود.

$$P=\frac{2nm}{6}\bar{v}^2 = \frac{nm\,\bar{v}^2}{3} \qquad (6)$$

در محاسبه‌های انجام شده N تعداد کل ذره‌ها و n تعداد ذره‌ها در واحد حجم بود.

$$n=\frac{N}{V}$$

با استفاده از این بیان رابطه -۶ را به صورت زیر می‌توان نوشت:

$$P=\frac{nm\,\bar{v}^2}{3} = \frac{Nm\,\bar{v}^2}{3V}$$

$$\rightarrow PV=\frac{1}{3}Nm\,\bar{v}^2 \rightarrow PV=\frac{2}{3}N\times\frac{1}{2}m\,\bar{v}^2 \qquad (7)$$

در رابطه -۷، $\frac{1}{2}m\,\bar{v}^2$ انرژی جنبشی متوسطه مولکولها است.

آزمایش‌ها نشان داده‌اند که انرژی جنبشی متوسط مولکولها به نوع گاز بستگی ندارد. و تنها به دمای گاز وابسته است، در نتیجه در فرایند تک دما یعنی در فرایندی که در دمای ثابت انجام می‌شود، انرژی متوسط مولکولها ثابت است. در نتیجه رابطه -۷ نشان می‌دهد که در دمای ثابت، حاصلضرب فشار گاز (P) در حجم آن (V) مقدار ثابتی است.

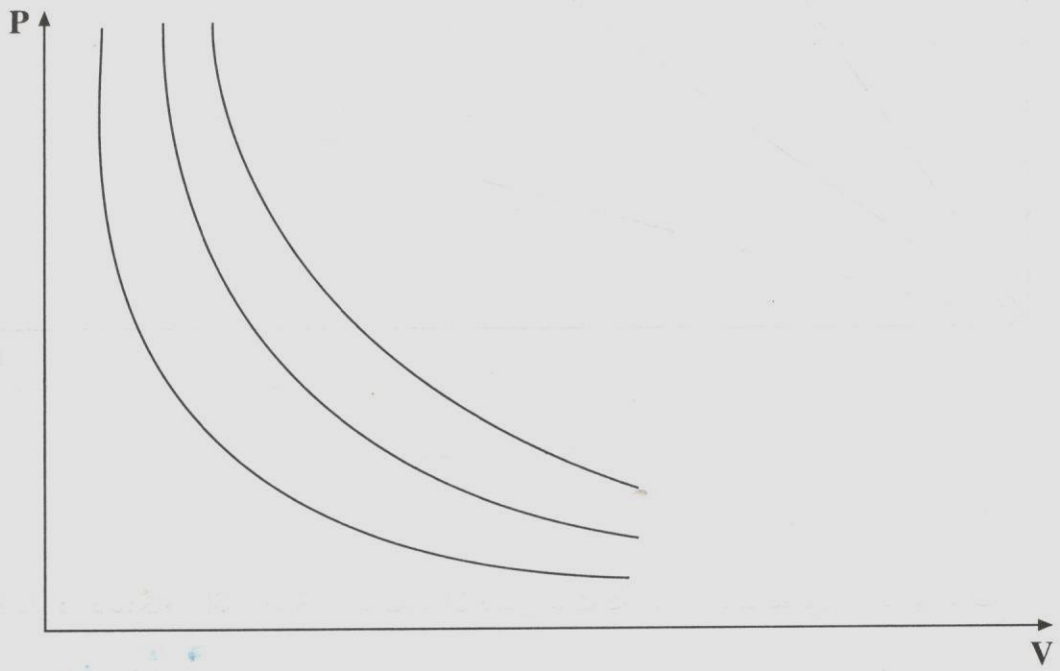
$$PV= \text{ثابت}$$

این قانون اغلب به این صورت بیان می‌شود که در دمای ثابت فشار گاز با حجم آن نسبت عکس دارد. این قانون را قانون بویل یا بویل - ماریوت می‌گویند. قانون بویل - ماریوت، را به این صورت نیز می‌توان بیان کرد. ***برای جرم ثابتی از گاز، حاصلضرب فشار گاز در حجم آن با دمای مطلق متناسب است.***

$$PV=KT$$

نمودار P، V در فرایند تکه ما سهمی است. شکل -۲

شکل-۲



در شکل -۲ سهمی‌ها مختلف برای دماهای متفاوت رسم شده است. می‌دانید که آزمایش برای یک مقدار گاز محبوس بدون تغییر مقدار به عبارت دیگر برای یک مقدار ثابت گاز درست است. جرم ثابت و محبوس گاز را m می‌گیریم رابط چگالی، جرم و حجم چنین $\rho = \frac{m}{V}$ است.

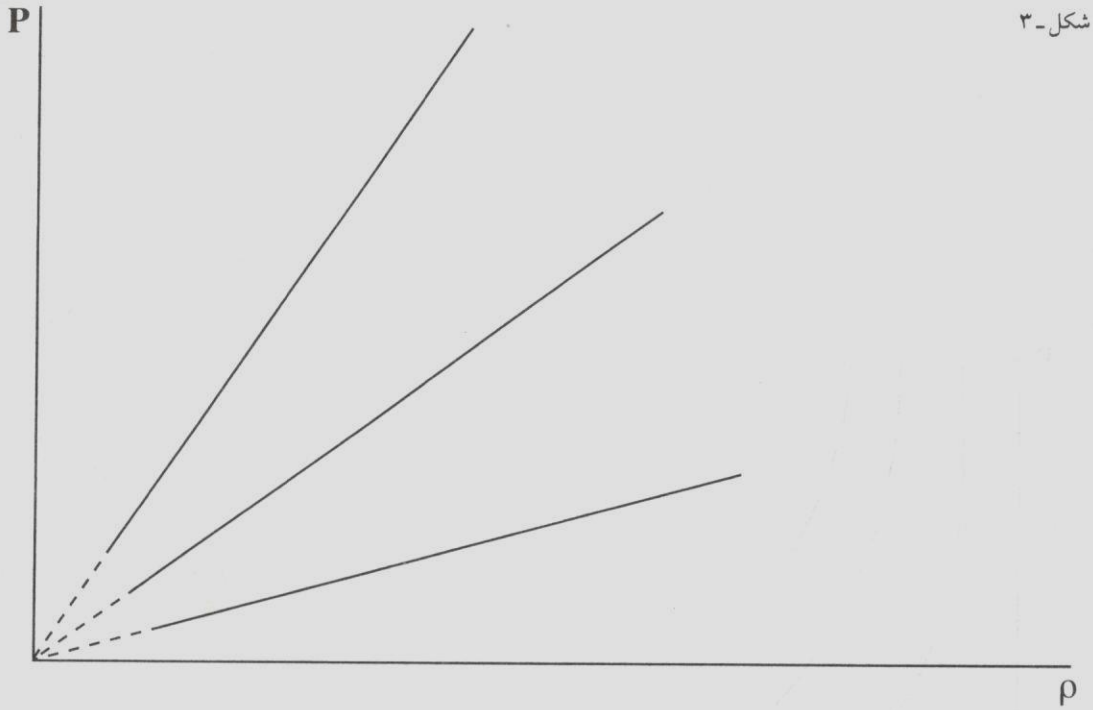
$$PV = P\frac{m}{\rho} = \text{ثابت} \qquad (۸)$$

چون مقدار جرم ثابت است، راطه -۸ را به صورت -۹ نیز می‌توان نوشت

$$\frac{P}{\rho} = \text{ثابت} \rightarrow P = \text{ثابت} \times \rho \qquad (۹)$$

بنابراین قانون بویل - ماریوت به این صورت نیز بیان می‌شود. برای یک مقدار ثابت گاز در دمای ثابت، فشار گاز با چگالی آن متناسب است. نمودار این بیان در شکل -۳ آورده شده است. شیب نمودار به دمای گاز بستگی دارد.

شکل-۳



یکای فشار در دستگاه SI پاسکال است. و آن فشار است که نیروی یک نیوتون بر یکای سطح در راستای عمود بر سطح وارد می‌کند.

$$Pa = \frac{۱N}{m^۲}$$

یکای فشار در cgs دین بر سانتیمتر مربع است.

$$۱\ Pa = \frac{۱N}{m^۲} = \frac{۱۰\ dyne}{cm^۲}$$

برای فشارگازها اغلب از یکایی به نام، بار استفاده می‌شود.

$$۱\ (bar) = ۱۰^۵\ Pa = ۱۰^۶\ \ dyne/cm^۲$$

یکای دیگری که مورد استفاده قرار می‌گیرد جو یا اتمسفر (at) است.

$$۱\ at = ۱\ kgf/cm^۲ = ۹۸۰۶۶/۵\ pa \approx ۹/۸۱\times۱۰^۴ pa = ۰/۹۸\ \ bar$$

با خطایی در حدود دو درصد از اختلاف بین جو و بار می‌توان چشم‌پوشی کرد.

قانون بویل ماریوت که در آمریکا و انگلیس قانون بویل نام دارد، برای فشارهایی در حدود چند جو و دماهای حدود دمای اتاق و بالاتر به خوبی صادق است. انحراف داده‌های نظری و تجربی در حدود یک تا سه درصد است.

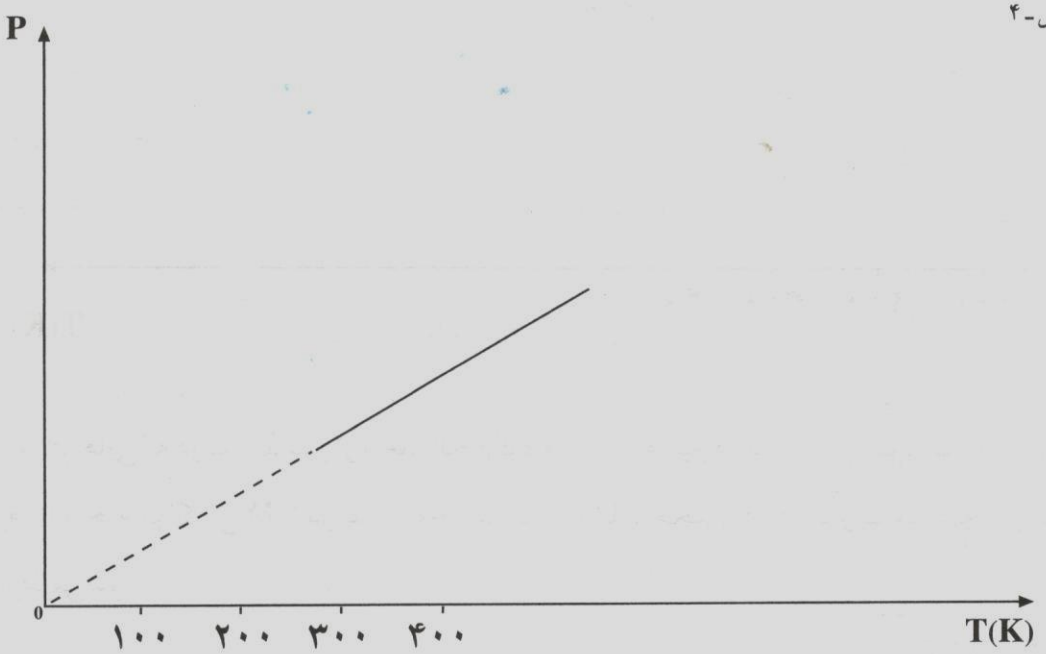
گازی که دقیقاً مطابق قانون بویل - ماریوت رفتار می‌کند گاز کامل نام دارد.

مفهوم گاز کامل مانند ذره نقطه‌ای، بار نقطه‌ای و نظایر آن حالت انتزاعی دارد، این مفاهیم در بسیاری از موارد سودمند است. گاز کامل سیستمی از مولکولها است که دارای شرایط زیر است.

- گاز از ذراتی به نام مولکولها تشکیل شده است. بسته به نوع گاز، هر مولکول شامل یک اتم یا گروهی از اتمهاست.
- مولکولها در حرکت کتره‌ای‌اند و از قوانین نیوتون پیروی می‌کنند.
- تعداد مولکولها زیاد است، جهت و سرعت حرکت هر مولکول ممکن است در اثر برخورد با دیوار ظرف یا مولکولهای دیگر به طور ناگهانی تغییر کند. توزیع کلی سرعتها و حرکتهای مولکولی کتره‌ای است.
- حجم مولکولها کسر بسیار کوچکی از حجم اشغال شده توسط گاز است.
- به جز در هنگام برخورد، هیچ نیروی قابل ملاحظه‌ای به مولکولها وارد نمی‌شود.
- برخوردها کشسان است و در مدت کوتاهی انجام می‌گیرد.

فرض کنید گازی در یک ظرف با حجم ثابت (V) نگهداری می‌شود. دمای مطلق گاز را تغییر می‌دهیم مشاهده می‌شود که فشار گاز به صورت تابعی از دمای گاز در مقیاس کلوین است. بنابراین می‌توان نوشت $P \sim T$ است، در شکل -۴ نمودار P - T رسم شده است.

شکل-۴

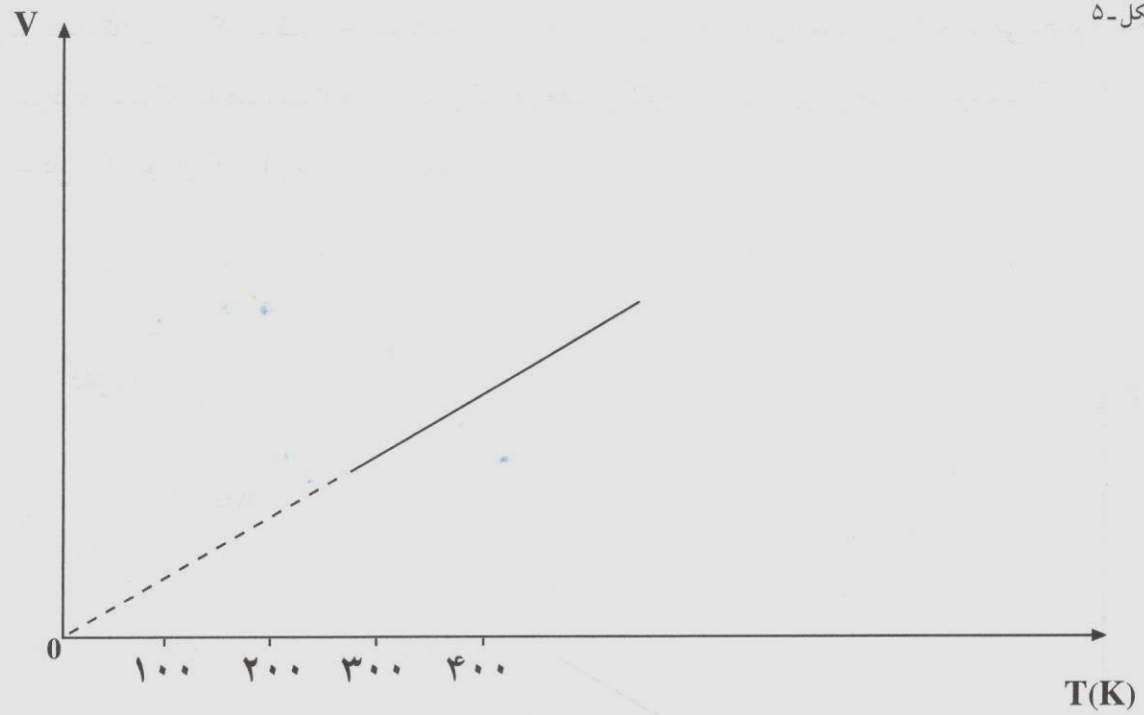


نمودار نشان می‌دهد که در مقیاس کلوین وقتی دما صفر است، فشار گاز نیز صفر می‌باشد. به همین دلیل است که این فشار از طرق برونیابی حاصل می‌شود. نمودار وقتی درست است که دمای گاز خیلی بالاتر از دمای میعان آن باشد، در اینصورت نتایج حاصل از آزمایش بر روی خط راستی قرار می‌گیرند که از برونیابی آن به نقطه P= ۰ و T= ۰ می‌رسیم، البته قبل از آنکه گاز را تا دمای ۲۷۳° C- سرد کنیم گاز به مایع تبدیل می‌شود.

آزمایش دیگر در مورد گازها، درباره فشار ثابت است. مقدار ثابتی از گاز را در ظرفی قرار دارد در نظر می‌گیریم، که دمای مطلق آن تغییر می‌کند.

اگر فشار گاز را ثابت نگه داریم خواهیم دید که حجم گاز به صورت تابعی از دمای مطلق گاز تغییر می‌کند. در حجم ثابت نتایج حاصل از تغییر دما و فشار به صورت خط راستی است، که در شکل -۵ نشان داده شده است. این نمودار نشان می‌دهد که حجم گاز در فشار ثابت با دمای مطلق آن متناسب است. V~T باید توجه کرد که در این آزمایش هم، در صفر مطلق، حجم گاز از طریق برونیابی به صفر رسیده است.

شکل-۵



با آزمایش‌هایی که در شرایط دور از میعان انجام گرفته است، به نتیجه مهمی می‌رسیم، اگر مقدار ثابتی از گاز با جرم m و جرم مولکولی M را در ظرفی محبوس کنیم. فشار، حجم و دمای گاز با معادله زیر به یکدیگر مربوط می‌شود.

$$PV = \frac{m}{M} RT = nRT$$

در این رابطه T دمای مطلق، R مقدار ثابتی است که ثابت گازها نام دارد. با انجام آزمایش‌ها، بزرگی این مقدار ثابت $R=۸/۳۱۴$ به دست می‌آید که برای همه گازها یکسان است.

غالباً می‌خواهیم بدانیم تغییری که در P ، V و T ایجاد می‌شود، چه اثری بر کمیت معینی از یک گاز دارد. به عنوان نمونه، فرض کنید مشخصات اولیه گاز $P_۱$ ، $V_۱$ و $T_۱$ است پس از آنکه تغییری در گاز داده شد مقادیر جدید $P_۲$ ، $V_۲$ و $T_۲$ حاصل می‌شود. در این تغییرها جرم گاز (m) مقدار ثابتی است. برای هر یک از حالتهای فوق رابطه‌های زیر را می‌توان نوشت:

$$P_۱V_۱ = \frac{m}{M} RT_۱$$

$$P_۲V_۲ = \frac{m}{M} RT_۲$$

از تقسیم این دو رابطه بر یکدیگر رابطه زیر به دست می‌آید.

$$\frac{P_۱V_۱}{P_۲V_۲} = \frac{T_۱}{T_۲} \rightarrow \frac{P_۱V_۱}{T_۱} = \frac{P_۲V_۲}{T_۲}$$

توجه داشته باشید که در این رابطه که قانون عمومی گازها نام دارد، فقط نسبت P و V آمده است. بنابراین یکاها حذف می‌شوند. نیازی نیست که آنها را از یک دستگاه یکاها به دستگاه یکاهای دیگر تبدیل کنیم.

ولی باید توجه داشته باشیم که T و P دما و فشار مطلق گاز هستند.

در آزمایشگاه آنچه که در بررسی قانون عمومی گازها اهمیت دارد، ثابت نگه داشتن دما در دماهای متفاوت دلخواه است. به عبارت دیگر باید بتوانیم دمای گاز را مثلاً برای مدتی در $۳۰^{\circ}C$ برای مدتی دیگر در $۴۰^{\circ}C$ و $۵۰^{\circ}C$ و ... ثابت نگهداریم.

دستگاهی که این امکان را فراهم می‌کند، دستگاه کنترل دما نام دارد. به کمک این دستگاه شما می‌توانید، دستگاه را برای دمای دلخواه و مشخص تنظیم کنید و پمپ مربوط به دستگاه، آب را در اطراف گاز محبوس به گردش در می‌آورد و دمای گاز را به دمای دلخواه و مشخص آزمایشگر می‌رساند، در این حالت است که بایستی P و V خوانده شود.

با وجود دستگاه کنتر دما، آزمایش‌های زیر برای جرم ثابت گاز انجام می‌شود.

۱- تغییر دمای گاز در حجم ثابت

۲- تغییر دمای گاز در فشار ثابت

۳- تغییر P ، V و T (قانون عمومی گازها)

۴- قانون بویل - ماریوت، در دمای دلخواه

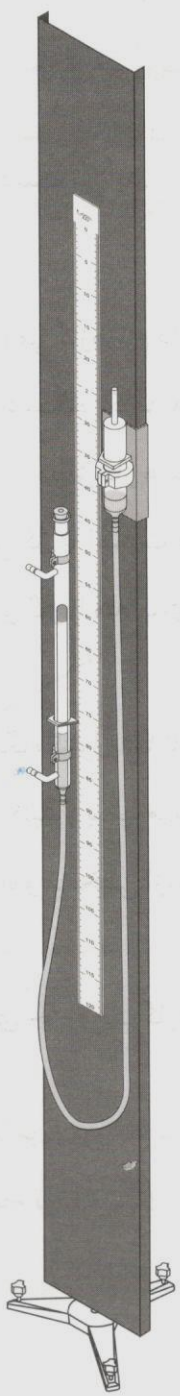
آزمایش ۱

بررسی اثر تغییرات دمای گاز در حجم ثابت

هدف‌ها: می‌خواهیم نشان دهیم که برای یک مقدار ثابت گاز

۱- در حجم ثابت، فشار یک گاز با دمای مطلق گاز متناسب است. $P \sim T$

۲- رسم نمودار تغییرات P بر حسب T



وسایل لازم

۱- دستگاه عمومی گازها

شامل:

پایه ستاره‌ای با سه پیچ تنظیم، مهره، صفحه مدرج، مخزن دوجداره هوا، مخزن جیوه با دستگیره، شاخص کوچک و بزرگ، بست‌ها، درپوش تک سوراخ، درپوش با روزنه کوچک، شیلنگ، جیوه

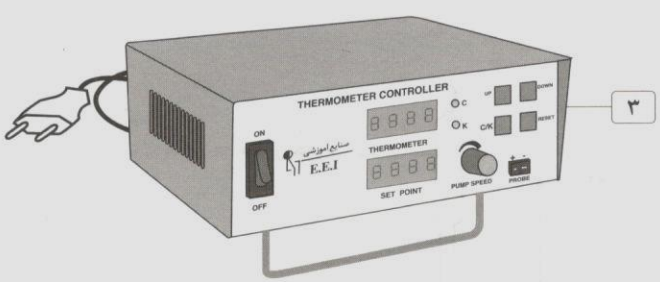
۲- قیف شیشه‌ای

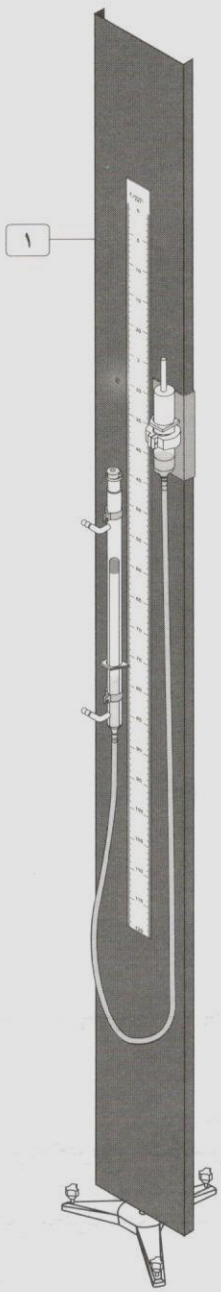
۳- دستگاه کنترل دما

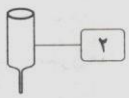
۴- مجموعه پمپ، هیتر، فن

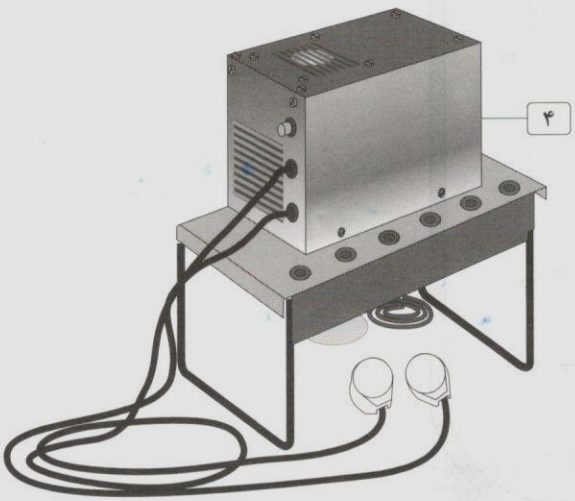
۵- پراب کنترل دما با سیم و دو شاخه

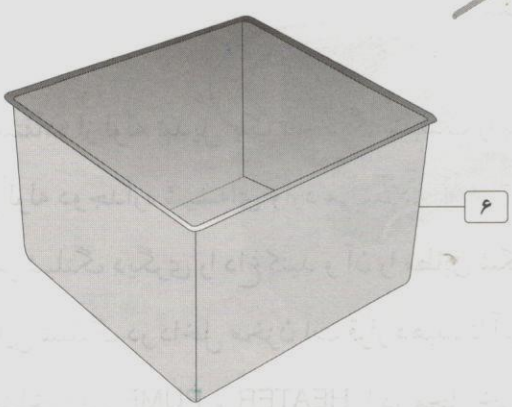
۶- مخزن آب ۳۰×۳۰×۲۰ cm







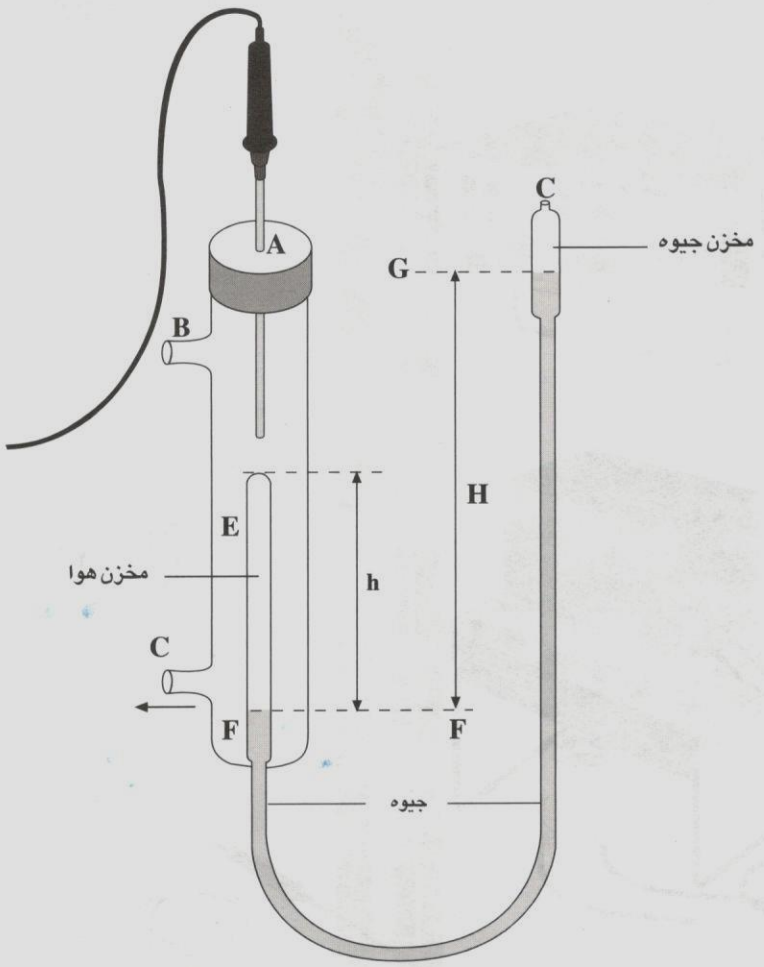




شرح آزمایش

- در سوراخ A درپوش مقداری روغن بزنید، پراب دستگاه کنترل دما را در درپوش فرو کنید. درپوش را مطابق شکل در جای خود قرار دهید، توجه کنید که نوک پراب (احساسگر) در نزدیک مخزن هوا قرار گیرد.

- یک سر شیلنگ را در داخل آب داغ فرو کنید تا سر شیلنگ داغ شود، این سر شیلنگ را به لوله شیشه‌ای B وصل کنید.



شکل ـ ۱

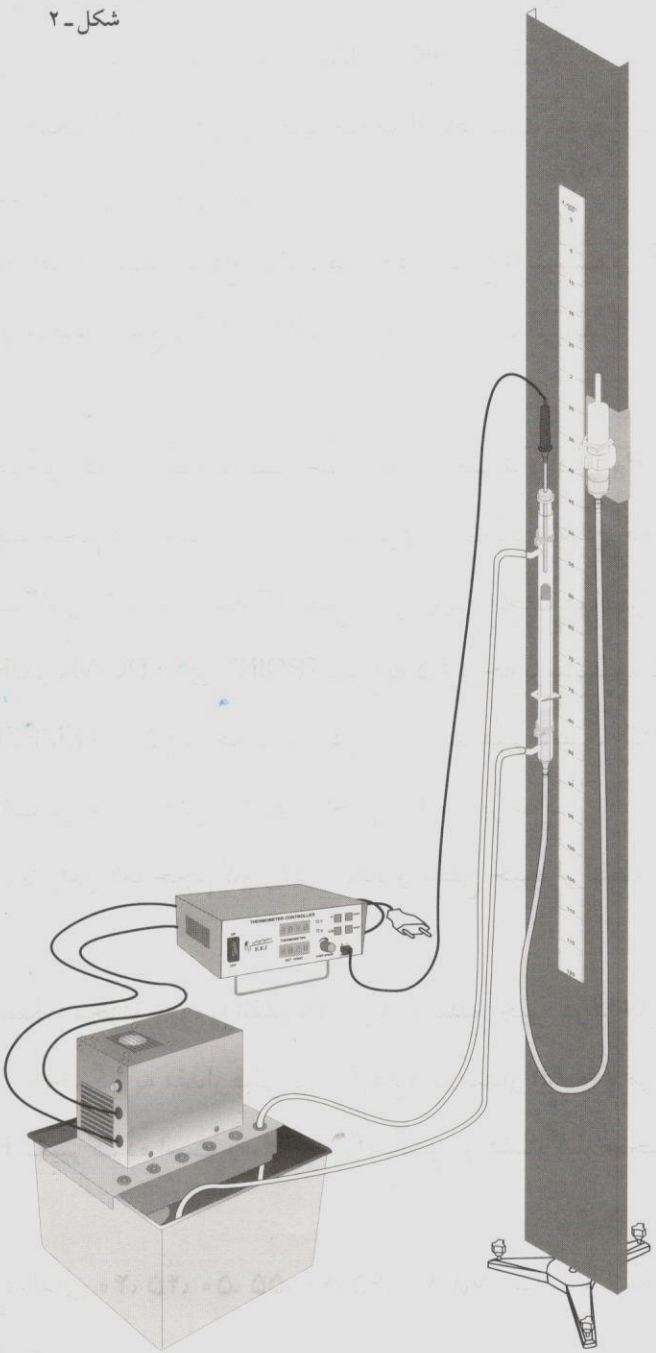
- با استفاده از لوله تبدیل یک سر دیگر شیلنگ را به پمپ آب متصل کنید. به این ترتیب آب پمپ شده به داخل لوله دوجداره شیشه‌ای وارد می‌شود.

یک سر شیلنگ دیگری را داغ کنید و آن را مطابق شکل به لوله شیشه‌ای C وصل کنید. (لوله خروج آب) سر دیگر این شیلنگ در داخل مخزن آب قرار دهید، تا آب خارج شده از کنار مخزن هوا به داخل مخزن آب بریزد.

- دو شاخه‌های PUMP و HEATER را در محل خود به پشت دستگاه کنترل دما وصل کنید.

- دو شاخه پراب دماسنج را با رعایت قطب‌های مثبت و منفی به دستگاه کنترل دما وصل کنید.
- دو شاخه دستگاه کنترل دما را به برق شهر بزنید.
- کلید دستگاه را در مقابل ON قرار دهید تا دستگاه روشن شود.
- توجه کنید که مخزن آب تقریباً پر از آب باشد (سطح آب حتماً چند سانتیمتر بالاتر از سطح پمپ آب قرار گیرد).

شکل ـ ۲



- با استفاده ولوم PUMP SPEED سرعت گردش آب را تنظیم کنید. در اثر گردش آب در اطراف هوای محبوس پس از مدتی، دمای هوا و آب در حال گردش یکسان می‌شود.

- با استفاده از دگمه‌های UP و DOWN دمای دلخواه SETPOINT را انتخاب کنید. فرض کنید می‌خواهید آزمایش را در دمای $30^{\circ}C$ (۳۰۳ K =۳۰+۲۷۳) انجام دهید. دمای SETPOINT را به ۳۰ درجه سلسیوس برسانید، در اینحالت، اگر دمای آب کمتر باشد، هیتر دستگاه روشن می‌شود و آب داخل مخزن را گرم می‌کند. تا دمای آبی که در اطراف مخزن هوا می‌چرخد به $30^{\circ}C$ برسد. در مدت گرم شدن آب دمایی که نمایشگر TEMPERATURE نشان می‌دهد، مرتباً بیشتر می‌شود. زیاد شدن دما تا زمانی ادامه دارد که دمایی که نمایشگر TEMPERTURE نشان می‌دهد با دمای انتخاب شده SETPOINT برابر شود.

- توجه کنید مخزن جیوه به کمک لوله C با هوای آزمایشگاه در ارتباط است. به عبارت دیگر فشار بالای مخزن جیوه با فشار جو آزمایشگاه یعنی p_a مساوی است.

- حجم گاز محبوس از حاصلضرب سطح مقطع مخزن هوا A در ارتفاع h بدست می‌آید. $V= Ah$

- فشار گاز محبوس (P_1) از حاصل جمع P_a با اختلاف ارتفاع H_1 بدست می‌آید.

$$P_1= P_a+ H_1$$

- با استفاده از فشارسنج موجود در آزمایشگاه، فشار جو را اندازه بگیرید و آن را P_a بنامید.

- در این آزمایش می‌خواهیم حجم گاز محبوس ثابت باشد. برای ثابت نگهداشتن حجم گاز باید h ثابت باشد.

- شاخص سمت چپ دستگاه را در مقابل نقطه F (سطح جیوه پایین مخزن هوا) قرار دهید.

- با استفاده از دگمه‌های UP و DOWN دمای SETPOINT را به ۳۵ درجه برسانید مدتی صبر کنید تا دمای آب در حال گردش TEMPERATURE به ۳۵ درجه برسد. در این مدت هیتر دستگاه کنترل دما مرتباً روشن و خاموش می‌شود تا دمای آب در حال گردش با دمای انتخاب شده برابر شود.

در این وضعیت به خاطر بالا رفتن دما حجم گاز زیادتر شده و سطح جیوه از نقطه تعیین شده F پایین‌تر رفته است.

- با استفاده از دستگیره دستگاه مخزن جیوه را آنقدر بالا ببرید تا سطح جیوه در داخل مخزن گاز به محل قبلی (نقطه F) بازگردد. با این کار حجم گاز به مقدار قبلی برمی‌گردد و به مقدار $V= Ah$ می‌رسد.

- در حالت اخیر بزرگی H تغییر کرده است و H_2 را اندازه بگیرید و فشار گاز محبوس را بدست آورید.

$$P_2= P_a+H_2$$

- دمای SETPOINT را به دماهای ۴۰، ۴۵، ۵۰، ۵۵، ۶۰، ۶۵، ۷۰، ۷۵ برسانید و آزمایش را تکرار کنید و هر بار H_i در نتیجه P_i را اندازه بگیرید.

- نتایج حاصل از آزمایش را در جدول ثبت کنید.

ردیف	P_a	H	P	h	θ	T	$\frac{P}{T}$	توضیح
۱					۳۰			
۲					۳۵			
۳					۴۰			
۴					۴۵			
۵					۵۰			
۶					۵۵			
۷					۶۰			
۸					۶۵			
۹					۷۰			
۱۰					۷۵			

- با استفاده از جدول، نمودار P ، T را رسم کنید.
- هنگام رسم نمودار، T را بر روی محور افقی و P را بر روی محور قائم منتقل کنید.
- با استفاده از جدول درباره قانون شارل و گیلوساک بحث کنید.

آزمایش ۲

بررسی اثر تغییرات دمای گاز در فشار ثابت

هدف:

۱- می‌خواهیم نشان دهیم که برای یک مقدار ثابت گاز در فشار ثابت تغییرات حجم گاز با دمای مطلق گاز متناسب است. $V \sim T$

۲- نمودار تغییرات V بر حسب T را رسم کنیم.

- در این آزمایش می‌خواهیم فشار گاز محبوس را ثابت نگه داریم.

- برای ثابت نگه داشت فشار گاز بایستی H یعنی اختلاف ارتفاع سطح جیوه در دو طرف (مخزن جیوه و مخزن هوا) ثابت بماند.

- توجه کنید در داخل مخزن آب به حد کافی آب موجود باشد، (سطح آب چند سانتیمتر از سطح پمپ و هیتر بالاتر باشد).

- دو شاخه‌های PUMP و HEATER را به محل مربوط در پشت دستگاه کنترل وصل کنید.

- پراب دستگاه را با استفاده درپوش تک سوراخ در بالای مخزن گاز قرار دهید.

- با رعایت مطالبی که در آزمایش قبل گفته شد دستگاه را مطابق شکل -۲ آماده کنید.

- با استفاده از ولوم PUMPSPEED سرعت جریان آب در اطراف مخزن گاز را کنترل کنید.

- دستگاه کنترل دما را روشن کنید.

- با استفاده از دکمه‌های UP و DOWN دمای آزمایش (SETPOINT) را برای ۳۰ درجه سلسیوس آماده کنید.

- اگر دمای آب از $30^{o}c$ کمتر باشد هیتر دستگاه روشن می‌شود، آب را گرم می‌کند. دمای آب در هر لحظه بر روی نمایشگر (TEMPERURE) نشان داده می‌شود. گرم شدن آب تا زمانی ادامه دارد که دمای آب به دمای انتخاب شده (SETPOINT) برسد.

- پس از آنکه دمای TEMPERTURE با دمای SETPOINT یکی شد، مدتی صبر کنید. تا گاز محبوس با آب در حال گردش همدما شود، در اینحالت سطح جیوه در پایین گاز ثابت است.

- با استفاده از فشارسنج موجود در آزمایشگاه، فشار جو آزمایشگاه را بخوانید و آن را P_a بنامید.

- شاخص دستگاه را در مقابل سطح جیوه قرار دهید. (نقطه F) اختلاف ارتفاع بین G و F را اندازه بگیرید و آن را H بنامید. (برای راحتی کار، اگر H عدد درستی نیست مخزن جیوه را کمی بالا و پایین ببرید تا H یک عدد درست مثلاً ۱۵cm شود).

- حجم گاز (V) از حاصلضرب سطح مقطع مخزن گاز (A) و ارتفاع ستون گاز (EF= h) بدست می‌آید.

$V= hA$

- پس از مشخص کردن نقطه F و اندازه‌گیری H، دمای آزمایش SETPOINT را تغییر دهید و آن را به $35^{o}c$ برسانید. مدتی صبر کنید تا دمای آب در حال گردش نیز به $35^{o}c$ برسد.

در این حالت، مخزن جیوه را آنقدر بالا و پایین ببرید تا اختلاف ارتفاع سطح جیوه در دو طرف به مقدار قبلی H برسد.

آزمایش را برای دماهای ۴۰، ۴۵، ۵۰، ۵۵، ۶۰، ۶۵، ۷۰، ۷۵ تکرار کنید، حاصل آزمایشها را در جدول -۲ ثبت کنید.

- با استفاده از جدول -۲ نمودار h-T را رسم کنید.

- با استفاده از جدول -۲ درباره قانون شارل و گیلوساک بحث کنید.

- مقدار تغییر حجم به ازاء یک درجه تغییر دما بر حسب کلوین را تعیین کنید و درباره این مقدار تغیر حجم بحث کنید.

ردیف	P_a	H	h	P	θ (°c)	T (K)	$\frac{h}{T}$	توضیح
۱					۳۰			
۲					۳۵			
۳					۴۰			
۴					۴۵			
۵					۵۰			
۶					۵۵			
۷					۶۰			
۸					۶۵			
۹					۷۰			
۱۰					۷۵			

جدول -۲ نمونه جدول تغییرات دما در فشار ثابت

آزمایش -۳

قانون عمومی گازها، تغییر V، P ، T

هدف : می‌خواهیم نشان دهیم که $\frac{PV}{T}$ مقدار ثابتی است.

توجه داشته باشید انجام آزمایش قانون عمومی گازها آسان‌تر از دو آزمایش قبلی است. برای انجام آزمایش دستگاه را مطابق شکل -۲ آماده کنید.

- در دماهای ۳۰، ۳۵، ۴۰، ۴۵ ... H و h را اندازه بگیرید.

در این آزمایش، می‌توانید با جابجا کردن مخزن جیوه هر تغییر دلخواهی در اندازه H و h ایجاد کنید. پس از انجام تغییر در H و h مدتی صبر کنید تا دمای SETPOINT با دمای TEMPERATURE یکی شود. پس از مدتی دیگر H، را بخوانید.

- فشار گاز (P) را از حاصل جمع فشار جو و P_a و اختلاف سطح جیوه (H) بدست آورید.

$P= P_a+H$

- ارتفاع ستون گاز را اندازه بگیرید. (h)

- حاصل اندازه‌گیری‌ها را در جدول -۳ ثبت کنید.

- با استفاده از جدول درباره قانون عمومی گازها بحث کنید.

ردیف	P_a	H	h	P	θ (°c)	T (K)	$\frac{h}{T}$	توضیح
۱					۳۰			
۲					۳۵			
۳					۴۰			
۴					۴۵			
۵					۵۰			
۶					۵۵			
۷					۶۰			
۸					۶۵			
۹					۷۰			
۱۰					۷۵			

جدول -۳، قانون عمومی گازها

آزمایش -۴

قانون بویل - ماریوت در دمای دلخواه

در این آزمایش دما در مقدار دلخواهی ثابت نگهداشته می‌شود. و با تغییر محل مخزن جیوه P و V تغییر می‌کند.

برای انجام آزمایش به شرح زیر عمل کنید.

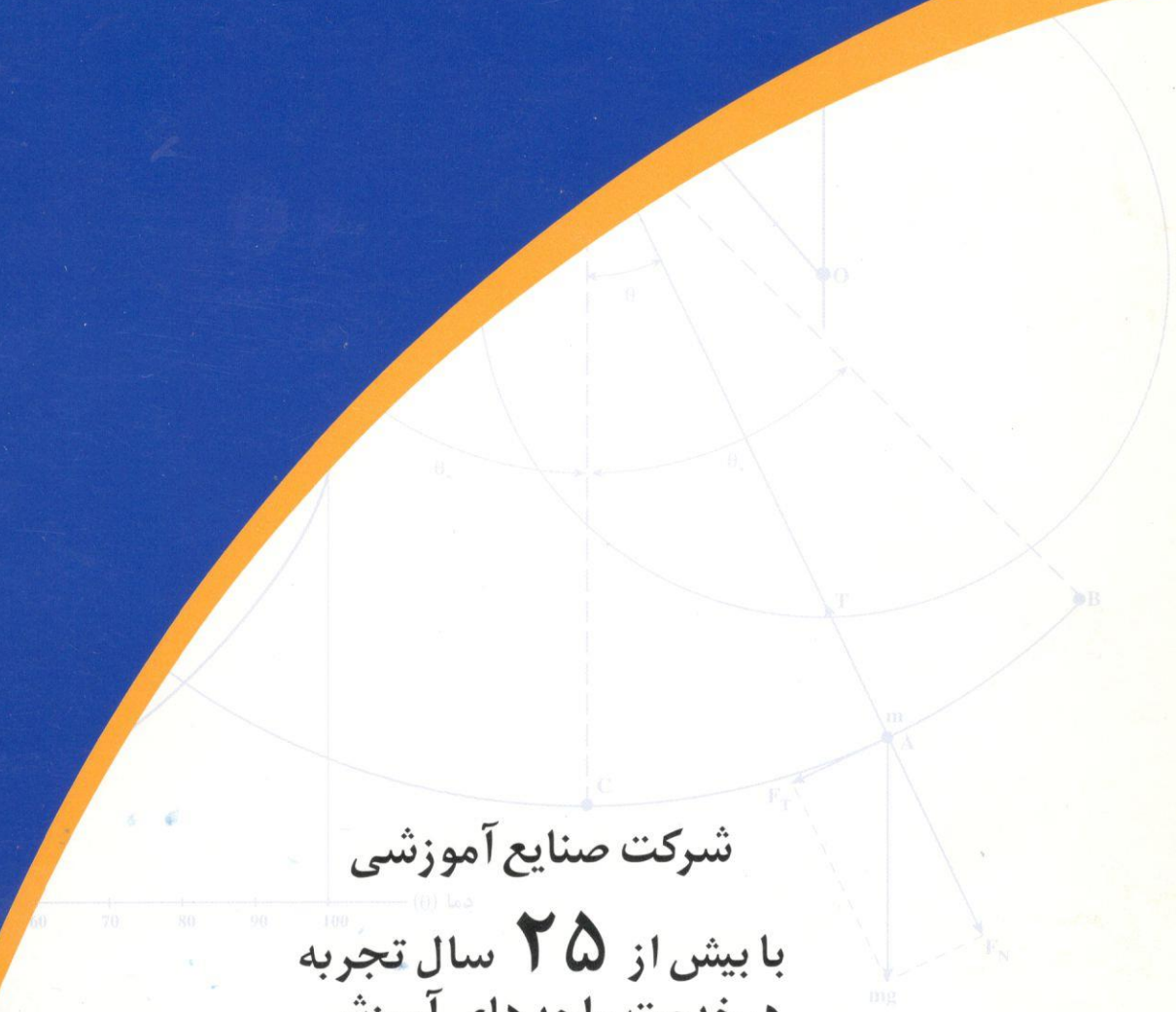
- دستگاه را مطابق شکل -۲ آماده کنید.
- با استفاده از ولوم PUMP SPEED، سرعت گردش آب را تنظیم کنید.
- دمای SETPOINT را در دمای دلخواه مثلاً ۵۰°c انتخاب کنید.
- مدتی صبر کنید تا دمای TEMPERATURE به ۵۰°c برسد.
- با استفاده از جوسنج آزمایشگاه فشار جو را بخوانید و آن را P_a بنامید.
- پس از آنکه آب مدتی در اطراف مخزن گاز گردش کرد دمای گاز با دمای آب برابر می‌شود. در اینحالت H_1 را اندازه بگیرید و فشار گاز (P_1) را بدست آورید.

$$P_1 = P_a + H_1$$

- ارتفاع ستون گاز را (h_1) اندازه بگیرید.
- بدون تغییر دما محل مخزن جیوه را تغییر دهید. مدتی صبر کنید H_2 و h_2 را تعیین کنید. این مرحله را چند بار تکرار کنید و حاصل اندازه‌گیری‌ها را در جدول ثبت کنید.
- دما را تغییر دهید و آزمایش را برای دمای ۶۰ درجه تکرار کنید. نتایج حاصل از اندازه‌گیری را در جدول مشابه ثبت کنید.

ردیف	P_a	H	h	P	θ (°c)	T (K)	Ph	توضیح
۱								
۲								
۳								
۴								
۵								
۶								
۷								
۸								
۹								
۱۰								

جدول قانون بویل - ماریوت در دمای دلخواه



شرکت صنایع آموزشی

با بیش از ۲۵ سال تجربه
درخدمت واحدهای آموزشی

عرضه محصولات در بیش از ۵۰ نمایندگی در سراسر ایران

تامین قطعات یدکی و پشتیبانی پس از فروش

یک سال ، تضمین کیفیت و کارآیی محصول

تهران ، جاده مخصوص کرج، بعد از کیلومتر ۷ ، ابتدای بزرگراه آزادگان (به طرف جنوب)

صندوق پستی ۳۷۹ـ۱۳۴۴۵ ، تلفن ۴۵۲۲۴۴۲ ، فاکس ۴۵۰۳۷۷۰

پست الکترونیکی: info@eei-co.com

www.eei-co.com