

معادله حالت گاز کامل

گاز کامل گازی است که برهم‌کنش بین مولکولهای آن بسیار ناچیز است به عبارت دیگر چگالی گاز بسیار کم است. در حد چگالی‌های کم رابطه بین پارامترهای ماکروسکوپی توصیف‌کننده گازهای حقیقی مانند گاز کامل است، یعنی همه گازها معادله حالت یکسانی دارند.

مدل و نظریه

رابطه بین فشار (P) و حجم (V) و دمای مطلق ماده (T) به وسیله معادله حالت بیان می‌شود.

$$F(P, V, T) = 0$$

معادله حالت گازها در چگالی‌های کم عبارت است از:

$$PV = nRT$$

n تعداد مولکولهای گاز و R ثابت جهانی گازها برای تمامی گازها یکسان است. گازی که از این معادله پیروی کند، گاز کامل نامیده می‌شود. برای جرم معینی از گاز یکی از متغیرهای P ، V و T را ثابت فرض کرده و دو متغیر دیگر را بررسی می‌کنند.

قانون بویل ماریوت^۱

برای جرم معینی از گاز در دمای ثابت، فشار با معکوس حجم متناسب است:

$$P = \frac{K}{V}$$

می‌توان نوشت $x = 1/V$ و $P = P_a + \Delta P$ که P_a فشار اتمسفر است.

$$\Delta P = Kx - P_a$$

^۱Boyle–Mariotte

منحنی نمایش تغییرات ΔP بر حسب x خط راست است. اگر این خط را امتداد دهیم تا محور فشار را قطع کند، فشار اتمسفر با علامت منفی به دست می‌آید.

قانون شارل گیلوساک^۲

برای جرم معینی از گاز در فشار ثابت، تغییرات حجم متناسب با حجم اولیه و تغییرات دما است:

$$V = V_0(1 + \alpha t)$$

که V_0 حجم گاز در صفر درجه سلسیوس و α ضریب انبساط حجمی گاز است. منحنی نمایش تغییرات V بر حسب t خط راست است. با استفاده از شیب خط و V_0 می‌توان ضریب انبساط حجمی گاز را محاسبه کرد. قانون آمونتون^۳ : برای جرم معینی از گاز در حجم ثابت، تغییرات فشار متناسب با فشار اولیه و تغییرات دما است:

$$P = P_0(1 + \beta t)$$

که P_0 فشار گاز در صفر درجه سلسیوس و β ضریب ازدیاد فشار گاز است. منحنی نمایش تغییرات P بر حسب t یک خط راست است. با استفاده از شیب خط و P_0 می‌توان ضریب ازدیاد فشار را محاسبه کرد.

وسایل آزمایش

دستگاه قوانین گازها، ترموستات، ظرف برای ترموستات، جیوه، لوله لاستیکی، دماسنج
دستگاه قوانین گازها : دستگاه از دو لوله شیشه‌ای که روی پایه نصب شده‌اند و به وسیله یک لوله لاستیکی به هم متصل هستند تشکیل شده است. سر یکی از لوله‌های شیشه‌ای باز و سر لوله دیگر بسته است. به وسیله خط‌کش نصب شده روی پایه، ارتفاع جیوه در لوله تعیین می‌شود. لوله سرباز را می‌توان در امتداد خط‌کش بالا و پایین برد و حجم و فشار گاز محبوس در لوله سر بسته را تغییر داد. فشار گاز محبوس در لوله سر بسته برابر است با $P_a + \Delta P$ که P_a فشار اتمسفر و ΔP اختلاف ارتفاع جیوه در دو لوله شیشه‌ای است. حجم لوله با ارتفاع آن متناسب است، بنابراین به جای حجم گاز می‌توان ارتفاع (نسبت حجم به سطح مقطع $\frac{V}{A}$) را یادداشت کرد.

^۲ Charles– Gay-Lussac

^۳ Amonton

روش آزمایش

قانون بویل ماریوت

- محل قرارگیری بالای سیلندر را (h_{top}) از روی خطکش خوانده و آن را در بالای جدول ۱ ثبت نمایید.
- دمای فعلی را از دماسنج خوانده و آن را در بالای جدول ۱ یادداشت کنید.
- با جابجا کردن مخزن شیشه در امتداد خطکش فشار و حجم سیلندر را تغییر دهید. در هر مرحله، ارتفاع سطح جیوه داخل سیلندر (h_{bot}) و ارتفاع جیوه داخل مخزن سمت راست (h_{Hg}) را خوانده و در جدول ۱ یادداشت کنید.
- با استفاده از داده‌های به دست آمده در جدول مقدار ارتفاع سیلندر استوانه‌ای که آن را با $\frac{V}{A}$ (حجم تقسیم بر سطح مقطع) نمایش می‌دهیم و اختلاف فشار و فشار کل داخل سیلندر را پیدا کنید. دیگر کمیت‌های ستون را نیز یادداشت کنید.
- منحنی نمایش تغییرات (ΔP) بر حسب $\frac{A}{V}$ را رسم کنید.
- به وسیله این منحنی فشار اتمسفر را تعیین کنید.

$h_{top} = \quad cm \quad t = \quad ^\circ C$						
$\frac{PV}{A}$	$P = \Delta P + P_a(cmHg)$	$\Delta P(cmHg)$	$h_{Hg}(cm)$	$\frac{A}{V}(cm^{-1})$	$\frac{V}{A}(cm)$	$h_{bot}(cm)$

جدول ۱: قانون بویل ماریوت.

قانون شارل گیلوساک

- ارتفاع بالای سیلندر گاز و اختلاف فشار گاز داخل سیلندر با فشار هوا را در بالای جدول ۲ یادداشت نمایید.

- در هر مرحله دمای (t) و h_{bot} گاز محبوس را ثبت نمایید.
- پس از افزایش دما حدود $10^{\circ}C$ ، اختلاف ارتفاع جیوه در دو لوله را به مقدار اولیه رسانده و h_{bot} را در جدول ۲ یادداشت کنید. این کار را برای چند دما انجام دهید.
- منحنی نمایش تغییرات $\frac{V}{A}$ بر حسب t را رسم کنید.
- بوسیله شیب خط و V_0 ضریب انبساط حجمی گاز را محاسبه کنید.

$h_{top} = \quad cm, \Delta P = \quad cmHg$		
$t(^{\circ}C)$	$\frac{V}{A}(cm)$	$h_{bot}(cm)$

جدول ۲: قانون شارل گیلوساک

قانون آمونتون

- در بالای جدول ۳ h_{top} و h_{bot} را یادداشت نمایید.
- در هر مرحله، حجم گاز محبوس را به مقدار اولیه رسانده و سپس مقدار h_{Hg} و t را داخل جدول ۳ بنویسید. بازه‌های دمایی خود را حدود $10^{\circ}C$ بگیرید.
- منحنی نمایش تغییرات P بر حسب t را رسم کنید.
- به وسیله شیب خط و P_0 ، ضریب ازدیاد فشار گاز را محاسبه کنید.

$h_{top} = \quad cm , h_{bot} = \quad cm$			
$t(^{\circ}C)$	$P = \Delta P + P_a(cmHg)$	$\Delta P(cmHg)$	$h_{Hg}(cm)$

جدول ۳: قانون آمونتون

پرسش‌ها

۱. دماسنج گازی بر اساس کدام قانون طرح شده است؟

۲. یکای K ($PV = K$) چیست و چه تعبیری دارد؟