

راهنمایی آموزشی کیمیا - تسریعی ب

اهداف آموزشی:

دانش آموزان در ختم این دوره باید موضوعات دیل را تحلیل و ارزیابی کرده بتواند.

- ❖ قوای بین مالیکولی
- ❖ تاثیر قوه ها بالای خواص فیزیکی مواد
- ❖ تاثیر قوه ها بالای انحلالیت
- ❖ حالات ماده
- ❖ جامدات
- ❖ مایعات
- ❖ گازات
- ❖ اتصال مترام ذرات در کرسنال ها
- ❖ سودیم کلوراید

تأثیر قوای بین المالیکولی بالای نقاط ذوبان و غلیان مواد:

عملیة ذوبان و غلیان مواد عبارت از دادن انرژی حرارتی به بلور های مواد مغلوب ساختن انرژی پوتنسیال مواد است که آنها را با هم چسپانده است.

قابل یاد آوری است اینکه : عملیة ذوب و تبخیر مواد بلوری منجر به تجزیة مواد به اتوم ها و یا آیونها واز بین بردن کامل تمامی قوه های کیمیاوی نمیگردد . درمورد درک رابطه بین قوه های کیمیاوی و خواص فیزیکی مواد ؛ به طور مثال : نقطه ذوبان و غلیان ، لازم است تا انرژی اتصال اجزای متشکل مواد در حالت های سه گانه مواد با هم مقایسه گردد . برای تبخیر یک جسم جامد صرف باید مقدار انرژی معادل ؛ یعنی اختلاف این دو حالت را به این جسم داد.

مواد بلوری که صرف توسط قوه لندن باهم مترام شده اند ، به حرارت پائین ذوب شده و مایع حاصله از آن به آسانی غلیان می نماید . مثال آن را میتوان گازات نجیبه که منجمد گردیده باشد، در نظر بگیریم. گاز هیلیموم به حرارت $269^{\circ}C$ - و رادون به حرارت $62^{\circ}C$ - غلیان مینماید. اکثر مالیکول های مرکبات عضوی و غیر عضوی که مومنت قطبیت برقی آنها ضعیف باشد مستقیماً تصعید مینماید؛ به طور مثال

در حرارت $CH_4(s)$ در حرارت $262^{\circ}C$ - ، BF_3 در $101^{\circ}C$ - و SF_6 در $64^{\circ}C$ - تصعید می نمایند.

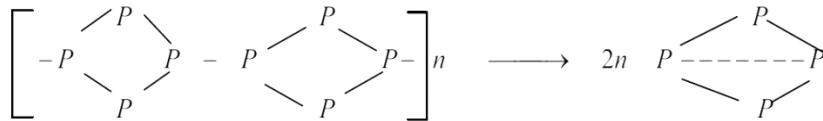
از آنجایی که قوه لندن به اساس ازدیاد قطبیت مالیکول ها افزایش حاصل مینماید، اکثر مواد دارنده مالیکول های بزرگ، به اساس قوه لندن با هم مترام گردیده اند، به حرارت عادی حالت مایع را دارا بوده

که مثال آنرا میتوان $Ni(CO)_4$ با نقطه غلیان $43^{\circ}C$ ، CCl_4 با نقطه غلیان $77^{\circ}C$ و N_3H_6 با درجه غلیان $53^{\circ}C$ آرایه نمود.

اجسامی که در حالت جامد روابط کولانسی مستحکم داشته و در حالت گاز روابط کولانسی ضعیف دارند، درجه ذوبان و غلیان آنها بلند بوده میتواند، به طور مثال کربن به شکل الماس و گرافیت به حرارت

میشستب تصعید مینماید و سلیکان دای اکساید که به ذوب میگردد، به حرارت بالاتر از $2200^{\circ}C$ غلیان مینماید.

روابط چهارگانه اتوم های کربن در الماس که به حالت جامد قرار داشته باشد، نوع رابطه بوده اما اگر حالت گاز را داشته باشد، دو رابطه σ آن به رابطه π تبدیل گردیده و نوع رابطه ضعیف میباشد. اگر تعداد روابط کولانسی در مالیکول های فاز گاز مساوی به تعداد روابط به حالت جامد آنها بوده باشد و عین ثبات را با آنها داشته باشد ، عمل تبخیر آنها سریع و ساده صورت میگردد ، مثال آن را می توان روابط پولی میر ها که در صد ها درجه حرارت بر قرار میگردد ، آرایه کرد ؛ به طور مثال : فاسفورس سرخ تصعید نموده ، دوباره به شکل فاسفورس سفید منجمد میگردد.



تأثیر قوه ها بالای انحلالیت:

انحلالیت و خصلت های دیگر اجسام حل شده موضوع پیچیده بوده ، درین جا صرف توضیحات مختصر آرایه میگردد.

محلول های اجسام غیر قطبی در محلل های غیر قطبی ساده ترین نوع محلول ها بوده ، قوه های که بین ماده منحل و محلل در محلول ها موجود است ، نوع قوه لندن بوده و نوع قوه ضعیف میباشد . موجودیت این قوه ها بین ذرات ماده منحل و محلل که منجر به انحلالیت

و چسپش این دو مواد میگردد ، تفاوت همچو محلول ها را با مخلوط گازات آیدیال افاده می نماید. در محلول های آیدیال اجسامی دارای مالیکول های غیر قطبی ، مرکبات آیونی محلل های بسیار قطبی مانند آب موجود اند ، برای اینکه یک مرکب آیونی در محلل خوب حل گردد، باید بالای قوه جذب بین ذرات آیونی در شبکه کرسنالی غلبه حاصل نماید و انرژی جاذبه الکتروستاتیکی بین آیونها باید مغلوب گردد. در محلول های که آیونها ماده منحل توسط محلل دارای ثابت دای الکتریک بلند، (بطور مثال $\epsilon^{\circ} H_2O = 87$) تجرید میگردد. قوه جاذبه بین این آیونها کم بوده و به آسانی یک دیگر را جذب کرده نتوانسته و روسوب تشکیل نمیگردد. قوه مذکور را میتوان توسط قانون کولمب توضیح کرد.

$$F = K \frac{q_1 \cdot q_2}{\epsilon^{\circ} \cdot r^2}$$

درین فورمول F قوه جذب بین ذرات آیونی مخالف علامه ، K ثابت کولمب، q_1 و q_2 مقدار چارج

ها، r فاصله دو چارج و ϵ° ثابت دای الکتریک محلل را افاده مینماید.

از فورمول فوق اثبات میشود که به هر اندازه ایکه چارج های برقی آیون های متشکله مواد بلوری ازدیاد یابد، باعث افزایش انرژی شبکه کرسنالی گردیده و درجه غلیان و غلیان آنها افزایش می یابد.

یکی از عوامل قابلیت انحلالیت محلل ها عبارت از کواردینیشن آنها با اتوم های مرکزی مالیکول های ماده منحل میباشد . محلل های قطبی با کتیونهای ماده منحل به خوبی کواردینیشن گردیده و عوامل دیگر آن نوعیت آیونها ی شامل محلول ها ؛ مانند :اندازه ، قابلیت تشکیل

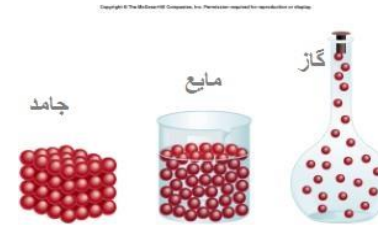
روابط بین مالیکول های محلل و آیونها به جسامت آیونها مذکور وابستگی دارد و انرژی شبکه کرسنالی نیز به جسامت آیون مرکزی رابطه دارد . قوه های موجود در شبکه کرسنالی (آیون - آیون) از قوه بین

مالیکول های محلل در مجاور آيون (آيون - دای پولی) قوی تر است. اگر انرژی شبکه کرسطالی نسبت به سلویشن (Solvation) بزرگ باشد، محیط همچو محلول ها سرد بوده، در صورتیکه انرژی شبکه کرسطالی نسبت به انرژی سلویشن (Solvation) در محلول ها کمتر باشد، محیط محلول ها گرم است.

حالات ماده

حالات سه گانه مواد:

هر ماده میتواند نظر به شرایط محیطی سه حالت (جامد، مایع و گاز) را داشته باشد. گرچه در حالت عادی مواد به حالت گاز کمتر یافت میگردد؛ اما گازات از اهمیت خاصی برخوردار اند؛ به طور مثال: موجودات حیه از جمله انسان ها در داخل محلول گازی زنده گی مینمایند. اتموسفیر زمین مخلوطی از گاز ها است که قسمت زیاد آن از نایتروجن و آکسیجن تشکیل گردیده است. گازات موادی اند که ذرات تشکیل دهنده آنها بالای يك دیگر تأثیر کمتر داشته وقوة جذب ذرات آن ها باهم کمتر است وحرکت نامنظم را دارا اند. به حرارت بلند و فشار کم حرکت ذرات گازات سریع است. خواص جامدات از خواص گازات فرق داشته، گازات دارای کثافت کمتر بوده، در حالیکه جامدات کثافت بزرگ را دارا اند. گازات در نتیجه فشار مترکم شده؛ اما جامدات کمتر خاصیت تراکم شدن را دارا اند؛ زیرا قوة جذب بین ذرات آنها به مراتب بیشتر از قوة جذب بین ذرات گازات می باشد. جامدات سخت وشکننده بوده در حالیکه گازات این خواص را دارا نیستند. مایعات خاصیت خاصی را نسبت به جامدات وگازات دارا بوده؛ به طور مثال: قوة جذب بین ذرات مواد به حالت مایع بیشتر بوده؛ اما نسبت به جامدات ضعیف میباشد. اشکال ذیل ذرات مواد را در سه حالت آنها نشان میدهند:



جامدات:

تعریف ساده جامدات برای مواد این است که يك ماده جامد حجم و شکل معین را دارا است، یا به عبارته دیگر شکل و حجم مواد جامد تابع شکل و حجم ظرف نیست. تعریف جامع مواد جامد این است که اجزای تشکیل دهنده مواد جامد بانظم خاص و متواتر در کنار هم دیگر قرار دارند. آیا تعاریفات فوق جامدات با همدیگر مطابقت دارند؟ جواب این خواهد بود که در بعضی جوانب باهم یکسان نیستند.

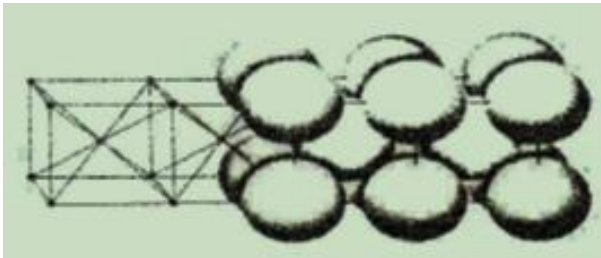
اجسام جامد بطور عموم به دو حالت یافت میشوند که عبارت است از جامدات بلوری و جامدات امورف.

بلورها (Crystals):

یکی از خصوصیات برانزنده جامدات شکل کرسطالی آنها بوده که ساختمان بلوری را دارند. در مباحث مختلف راجع به نظام اتم ها يك ساختمان سه بعدی از اتم ها در يك جامد صحبت به عمل آمده است، این ساختمان سه بعدی را يك شبکه بلوری می نامند. انواع و اشکال شبکه های بلوری قرار ذیل است:

شبکه فضایی:

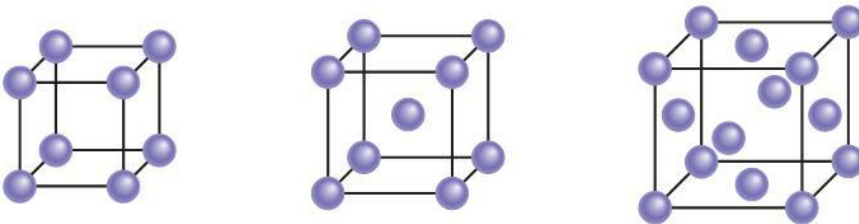
ساختمان منظم هندسی نقاط را در فضا به نام شبکه فضایی یاد می نمایند. در شکل (8-2) يك نوع شبکه فضایی به ملاحظه می رسد که توسط خطوط با يك دیگر متصل گردیده اند، اگر تصور گردد که توصل اتم ها ی آهن در چنین شبکه ها قرار دارد، طوریکه مرکز هر اتم آهن بالای يك نقطه در چنین شبکه واقع باشد، دراین صورت قسمتی از شبکه بلور آهن دیده میشود که آن را در سمت راست همین شکل ملاحظه می توان کرد.



شبکه بلوری

غرض توصیف يك شبکه بلوری لازم است تا سلول و یا حجره واحد را تعریف نماییم، يك حجره واحد قسمتی از شبکه بلوری بوده که با حرکت دادن آن مطابق به قواعد معین می توان شبکه کامل بلوری را حاصل کرد.

دو نوع دیگر شبکه های فضایی مکعبی نیز موجود است که حجرات واحدی آنها معمولاً دارای مرکز ویا غیر متناظر می باشد (مانند شکل 8-4). حجره واحد مکعب دارنده مرکز علاوه بر هشت نقطه که در کنج های مکعب قرار دارند، دارای يك نقطه دیگر در مرکز مکعب نیز می باشد و هم در هر وجه آن نیز يك نقطه موجود است. برای هر يك از این واحدهای حجروی دو مودل ارایه گردیده است، یکی مودل توپ و میله و دیگری آن کره های بزرگ است.



اتوم های مرکز وجوه:

$$6 \cdot \frac{1}{2} = 3$$

تعداد مجموعی اتوم ها در فی واحد حجره : $1 + 3 = 4$

بخاطریکه مالیکول ها به شکل کروی موجود اند پس حجم مالیکول ها را از فورمول حجم یک کره یعنی

$$V = \frac{4}{3} \pi r^3 \quad \text{دریافت مینماییم.}$$

بخاطریکه در یک حجره 4 مالیکول موجود است پس حجم 4 مالیکول مساوی است به:

حال حجم حجره واحد را بر حسب r دریافت مینماییم. قرار شکل (8-6) میتوان دریافت کرد که قطر یک وجه حجره واحد مساوی به $4r$ است، بنابراین با استفاده از فورمول های ریاضیکی میتوان طول یک یال (e) فصل مشترک دو مستوی یا دو وجه در منشور متوازی السطوح و هرم را یال میگویند) را

$$V = 4 \cdot \frac{4}{3} \pi r^3 = \frac{16}{3} \pi r^3 \quad (4r)^2 = e^2 + e^2 = 2e^2 = 16r^2$$

$$e^2 = 8r^2 / \sqrt{\quad}, \quad e = 2\sqrt{2}r$$

بدست آورد.

چون حجم حجره واحد V_{cell} مساوی به حجم یک مکعب میباشد پس $V_{cell} = e^3$ و داریم که: نسبت حجمی حجره واحد که توسط مالیکول ها اشغال گردیده است عبارت است از: برای دریافت فیصدی اتصالات میتوانیم که نسبت حاصل شده را در 100 ضرب نماییم:

$$\frac{V}{V_{cell}} = \frac{\frac{16}{3} \pi r^3}{16\sqrt{2}r^3} = \frac{\pi}{3\sqrt{2}} = 0.74$$

$$V_{cell} = e^3 = (2\sqrt{2}r)^3 = 16\sqrt{3}r^3$$

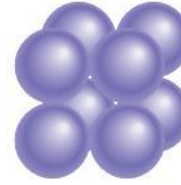
$$0.74 \cdot 100 = 74\% = \text{فیصدی اتصالات}$$

عنصری که در ساختمان های با اتصال متراکم متبلور میگرددند، عبارت از تمام گازات نجیبه و اضافه تر از 40 عنصر فلزی است. بعضی از اجسام مالیکولی مانند CH_4, H_2 و غیره نیز دارای ساختمان بلوری با اتصال متراکم اعظمی ذرات میباشدند.

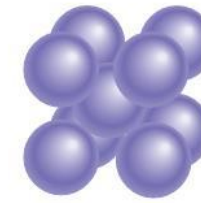
سودیم کلوراید:

ساختمان بلوری $NaCl$ به صورت مکعب با سطوح مرکز دار بوده که آیون های Cl^- کنج ها و وسط آنها را اشغال مینماید؛ اما آیون های Na^+ وسط مکعب و وسط وجوه را اشغال مینمایند.

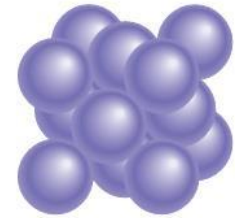
در صورتیکه در مقابل هر Na^+ یک Cl^- موجود باشد، درین صورت وضعیت روشن خواهد بود. با در نظر داشت اینکه در یک شبکه سه بعدی آیون های کلوراید Cl^- که در کنج های سیستم قرار دارند، به شش مکعب تعلق دارند، درین صورت از 8 آیون کلوراید موجود در کنج ها فقط یکی $\frac{1}{8} = 1$ به هر حجره واحد تعلق میگیرد و ضمناً تمام سطوح در مرکز خود دارای یک آیون کلوراید میباشدند. چون هر یک



Simple cubic



Body-centered cubic



Face-centered cubic



Square Array Layering

Simple Cubic

در هر شبکه فضایی یک مقدار از فضای شبکه توسط اتوم ها و یا مالیکولها اشغال میشود و متباقی فضا را خلا تشکیل میدهد که در این شبکه یک فیصدی معین توسط اتوم ها اشغال گردیده است، این فیصدی را بنام فیصدی اتصالات یاد مینمایند

الف : مدل کره های بزرگ، ب: این مدل قسمی از اتوم ها را در حجره واحد مکعبی نشان میدهد. میتوانیم ابتدا تعداد اتومهای کروی جامد (اتومها، مالیکولها و یا آیونها) که در یک حجره واحد اساسی موجود است را میتوانیم دریافت نماییم و بعد از آن حجم اشغال شده توسط آنها را.

میدانیم که در حجره مکعبی با وجود مرکز دار 8 مالیکول در 8 رأس مکعب قرار دارد و 6 مالیکول در 6 وجه آن؛ نظر به این گفته باید تعداد مالیکول هایی که فقط در یک حجره مکعب قرار دارند را دریافت نماییم.

هر مالیکولی که در رأس ها قرار دارد در 8 حجره سهیم اند که سهم هر مالیکول در یک حجره مسای به

$\frac{1}{8}$ است. همچنان هر یک از 6 مالیکولی که در وجوه قرار دارند در دو حجره سهیم اند که سهم هر یک از آنها در یک حجره مساوی به $\frac{1}{2}$ است.

پس تعداد مجموعی اتوم هایی که در حجره قرار دارند مساوی است به:

$$8 \cdot \frac{1}{8} = 1$$

- گازات
- صفات گازات
- حجم، فشار، مقدار ماده گازی
- حرارت گازات
- قانون بایل
- قانون چارلس
- اصل اوگدرو

انواع جامدات:

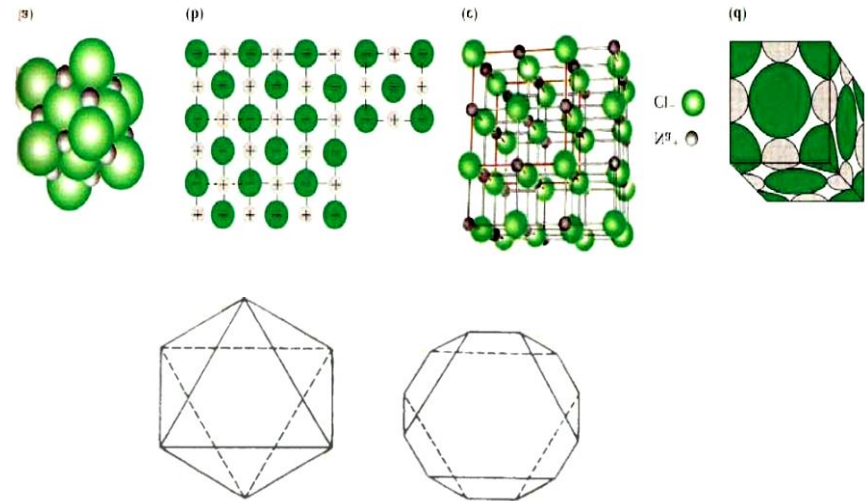
خواص جامدات تا حدی به اشکال هندسی شبکه های بلوری آنها، خاصیت واحدهای قرارداده شده آنها یعنی اتم ها، یون ها و مالیکول ها در نقاط شبکه و قوه بین آنها مربوطه می باشد، به این اساس می توان جامدات را به چهار نوع ملاحظه کرد که عبارت از آیونی، مالیکولی، کولانسی و فلزی می باشند.

1. جامدات آیونی:

عبارت از جامداتی اند که کرستل های شان در اثر قوه جذب الکترواستاتیکی بین یون های مثبت و منفی تشکیل میشود.

اساس جامدات آیونی را آیونهای مثبت و منفی تشکیل میدهد، پس این جامدات را باید مرکباتی که در آنها رابطه آیونی میباشد تشکیل دهند. این شبکه ها که به اساس قوه جذب قوی الکترواستاتیکی تشکیل میشوند، بی ترتیب ساختن آنها امکان ناپذیر است. این جامدات اجسام سخت و شکننده اند که در مقابل میده شدن مقاومت شدید نموده؛ اما در صورتی که بشکنند به پودر مبدل میگردند. مثال این جامدات را میتوانیم شبکه کرستلی $NaCl$ در نظر بگیریم.

از سطوح به دو مکعب تعلق دارد، بنابراین از مجموعه شش یون کلوراید موجود در وسط سطح، سه آن $6 \cdot \frac{1}{2} = 3$ به هر سلول واحد اساسی مربوط میباشد. پس در مجموع در هر حجره واحد، چهار واحد کلوراید Cl^- موجود میباشد؛ به همین ترتیب در فی عدد حجره واحد چهار یون Na^+ نیز موجود است، یعنی یک یون کلوراید با یک یون سدیم در حجره واحد مطابقت دارد، پس فورمول سدیم کلوراید $NaCl$ است.



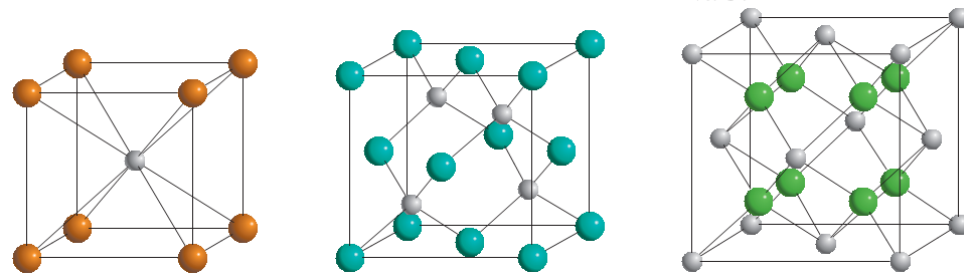
کارخانگی

- 1- اگر انرژی شبکه کرستالی نسبت به سلویشن بزرگ باشد محیط همچو محلولها کدام ویژه گی را دارد؟
- 2- ماده در طبیعت به کدام حالت ها یافت می شود بنویسید.
- 3- حالت جامد را تعریف کنید.

اهداف آموزشی:

دانش آموزان در ختم این دوره باید موضوعات دیل را تحلیل و ارزیابی کرده بتوانند.

- انواع جامدات
- مایعات
- خواص عمومی مایعات
- درجه غلیان مایعات
- حرارت و تغییرات ماده
- انجماد مایعات



جامدات آیونی دارای نقاط ذوبان بلند بوده و توام به شکستن شبکه بلوری می باشند

2. جامدات مالیکولی:

در جامدات مالیکولی واحد هایی که نقاط یک شبکه را تشکیل میدهد، مالیکول ها است و در هر مالیکول اتم ها به اساس قوه کولانسی ترکیب شده اند، رابطه اشتراکی بین آنها موجود میباشد، بین مالیکول ها در اجسام جامد مالیکولی قوه ضعیف واندروالس موجود است. قوه واندروالس انواع مختلف را دارا است که مهمترین آنها قوه دای پول - دای پولی ($Dipole - Dipole$) و قوه لندن ($London$) است.

سودیم (Na) یک الکترون خود را غرض تشکیل ابر الکترونی مجموعی شبکه از دست داده و الکترون های از دست داده شد در اختیار يك و یا دو اتم نبوده بلکه در تمام شبکه در حال شنا و حرکت می نمایند و غیر مستقر اند. این نوع الکترون ها را به نام الکترون های آزاد یاد میکنند. بین آیون ها و ابر الکترونی يك قوه جاذبه خوبی موجود است که این قوه جاذبه ساختمانی شبکه را ثابت و پایداری می سازد و هم زمان اجازه میدهد که بدون فرو پاشی شبکه تغییر شکل نماید، از این سبب سودیم و بعضی فلزات دیگر نرم می باشد و به ساده گی تغییر شکل مینماید ارایه کرد، بعضی فلزات بسیار سخت بوده که مثال آن را می توان ولفرام (W) و کرومیم (Cr) ارائه کرد. در این نوع فلزات رابطه قطبی بوده، ازین سبب تمایل دارند تا انعطاف ساختمان را کمتر و از تغییر شکل آن جلوگیری نمایند. درجه ذوبان فلزات بنابر دلایل فوق در انتروال وسیع قرار دارد؛ به طور مثال: درجه غلیان سودیم $89^{\circ}C$ اما از ولفرام $3415^{\circ}C$ است.

جامدات امورف:

عبارت از نوع دوم جامدات بوده که قرار ذیل میتوانیم در مورد آن معلومات حاصل گردد. به حرارت های پایین مایعات فوق العاده سرد شده، این حالت مایع را به نام مایع سرد شده یاد میکنند، هر قدر که حرارت ماده کم شود، به همان اندازه مایع حالت سیال خود را از دست داده و به حالت جامد نزدیک شده تا اینکه حالت جامد را اختیار نموده، درین صورت ماده حالت سخت را به خود حاصل، حجم و شکل معین را دارا می باشد؛ اما انظر ساختمان داخلی، اجزای متشکله آنها به شکل نا منظم قرار داشته، این نوع جامدات را به نام امورف ($Amorph$) (بدون شکل) یاد مینماید و جامدات دارای ساختمان منظم را بنام جامدان بلوری ($Crystal$) یاد مینمایند.

خواص جامدات:

جامدات دارای حجم و شکل معین بوده؛ اما اگر حرارت آنها بلند برده شود، کمتر منبسط می گردند. ضریب انبساط حرارتی (تغییرنسبتی حجم برافزایش حرارت به اندازه يك درجه) جامدات نسبت به گازات بسیار کوچک است، تأثیر فشار بالای جامدات بسیار کم است.

مایعات:

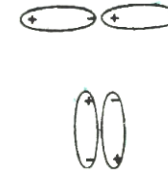
مایعات را میتوان به دو طریقه بدست آورده:

1- طریقه ذوب جامدات

2- طریقه مایع ساختن گازات

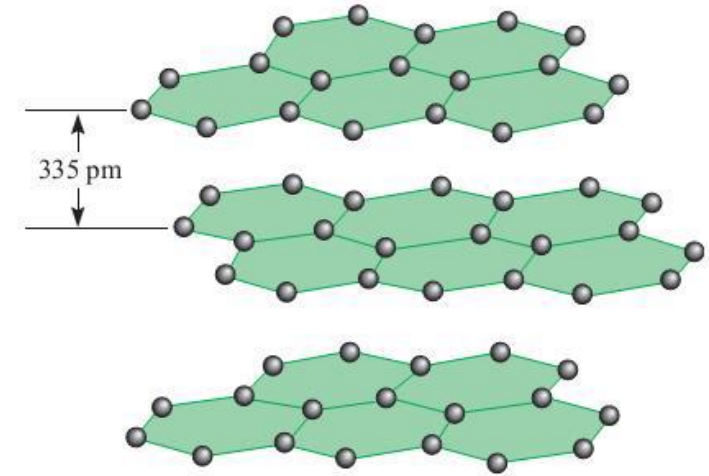
در طریقه اول ماده جامد انرژی را جذب نموده و این انرژی به ازدیاد انرژی حرکی ذرات آن به مصرف می رسد. در طریقه دوم قوه جاذبه بین مالیکول های مواد در فاز گازی زیاد شده و سیستم به محیط ماحول انرژی داده و به مایع تبدیل می گردد؛ چون ذرات تشکیل دهنده

قوي دای پول - دای پولی عمل متقابل الکتریکی بین مالیکول های پولار $Polar$ است، شکل ذیل به طور شیماتیک یک جوهره مالیکول های دو قطبی مجاور یک دیگر را در یک شبکه نشان میدهد. قوه دای پول - دای پولی نسبت به قوه آیونی کوولانسی ضعیف است.



3- جامدات کوولانسی:

جامدات کوولانسی را که بنام جامدات اتومی نیز یاد مینمایند، جامدات اند که واحد های تشکیل دهنده آن ها در نقاط شبکه توسط رابطه کوولانت با همدیگر وصل گردیده اند. اتم ها شبکه سه بعدی یا شبکه کرسطلی را به شکل گسترده و توسعه تشکیل میدهند. مثال جامدات کوولانسی SiC است. در این شبکه هر اتم Si با چهار اتم C در یک ترتیب چهاروجهی و هر اتم C با چهار اتم Si رابطه برقرار مینماید و در نتیجه ماده سخت جامد بلوری را تشکیل داده است؛ درجه ذوبان این نوع جامدات بلند بوده؛ زیرا اتم ها با روابط قوی در شبکه با هم قرار داشته و چون در این نوع جامدات آیون ها و الکترون های متحرک موجود نیست؛ از این سبب هادی برقی نمیباشند. الماس نیز از جمله نوع جامدات کوولانسی بوده که هر اتم کاربن با چهار اتم دیگر آن رابطه دارد.



4- جامدات فلزی:

در یک جامد فلزی، واحدهای که نقاط شبکه را اشغال مینمایند، آیون های مثبت بوده که مثال آن را میتوان سودیم جامد را ارائه کرد. آیون های Na^+ نقاط یک شبکه مکعبی مرکز دار را اشغال کرده اند.

با انرژی حرکی بیشتر در محیط موجود می باشند. آن عده از مالیکول های که در سطح يك مایع قرار دارند، در صورتیکه خود را از قوه جاذبه مالیکول های دیگر نجات دهند، به بخار تبدیل می شوند که این عملیه را تبخیر می نامند، عملیه تبخیر در هر لحظه امکان پذیر است. ازدیاد حرارت باعث از دیاد انرژی حرکی مالیکول های مایع شده، عملیه تبخیر سریع میگردد.

درجه غلیان مایعات:

اگر مایع دريك ظرف سر باز حرارت داده شود گرمای آن زیاد شده، غلیان مینماید. در موقع جوش يك مایع به فشار ثابت نقطه جوش آن ثابت می ماند. در حقیقت به فشار ثابت حرارتیکه مایع در آن غلیان می نماید به نام نقطه جوش همان مایع یاد میگردد. در صورت غلیان يك مایع، فشار بخار يك مایع مساوی به فشار خارجی وارده یا اتموسفر می باشد. پروسه غلیان مایعات در ظروف سرباز رونما شده اما در ظروف سربسته صورت نمی گیرد. در ظروف سرباز فشار وارده خارجی بالای مایع ثابت بوده و با تغییر فشار خارجی درجه غلیان نیز تغییر می نماید، طوریکه با ازدیاد فشار درجه غلیان مایعات زیاد شده اما با کاهش فشار حرارت غلیان مایع کم میشود؛ به طور مثال درجه غلیان آب در یک اتموسفر فشار $100^{\circ}C$ بوده، اما در نقاط مرتفع که فشار $650mmHg$ باشد، آب در $95^{\circ}C$ غلیان مینماید. حرارت و تغییرات ماده:

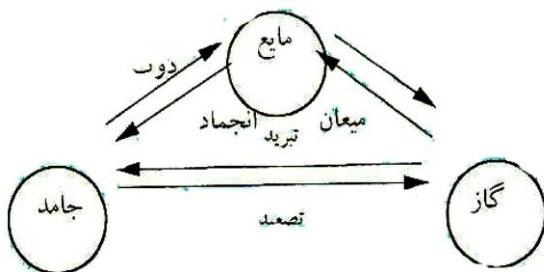
انجماد مایعات:

زمانیکه از يك مایع گرما گرفته شود؛ درین صورت انرژی حرکی مالیکول ها کم شده، حرارت مایع پایین آمده، بالآخره حالت ثابت را به خود اختیار نموده و هم زمان به آن بلور های جامد مواد حاصل می شود. درجه انجماد يك مایع عبارت از همان مقدار درجه حرارت است که فاز جامد و مایع يك ماده در حال تعادل با يك دیگر قرار دارند.

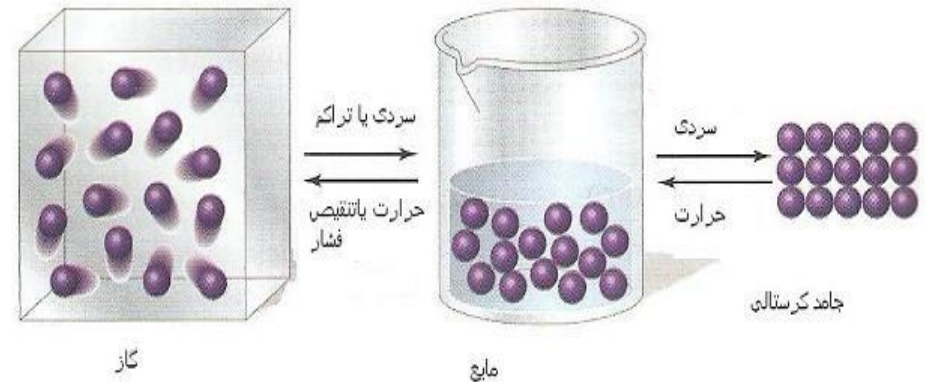
جامد ← مایع

واضح است که اگر گرما از يك مایع گرفته شود، سمت پروسه به طرف راست ادامه پیدا می نماید، این حالت را انجماد می نامند. در صورتیکه به مواد جامد گرما داده شود، جریان پروسه قرار معادله فوق به طرف چپ ادامه پیدا می نماید، این پروسه را ذوب می نامند. سرعت انجماد معادل سرعت ذوب می باشد،

به صورت عموم يك ماده نظر به شرایط میتواند به سه حالت (جامد، مایع، گاز) ملاحظه شود که تبدیل این سه حالت را به يك دیگر شیمیای ذیل ارائه میدارد.



گازات:



خواص عمومی مایعات:

مایعات به سرعت زیاد جاری شده و چون در مایعات مالیکول ها به آسانی یکی بالای سطح دیگر لغزیده و روی همین علت است که مایعات شکل ظروفی را به خود اختیاری نمایند که در آن قرار داشته باشند، از طرف دیگر قوه جذب بین مالیکولی در مایعات نسبت به گازات بیشتر و قوی تر بوده، این عامل سبب میشود تا مقاومت داخلی در مقابل جاری شدن يك مایع نسبت به گازات بیشتر باشد.

مقایسه انتشار مایعات با گازات:

چون حجم گازات را اکثر فضای خالی تشکیل داده و تصادم مالیکول ها در آنها کم است؛ اما این مطلب در مایعات کمتر موجود بوده؛ بنابراین گفته میتوانیم که انتشار مایعات نسبت به گازات سریع بوده و برخورد مالیکول ها در مایعات زیاد تر است؛ ازین سبب حرکت آنها به سمت معین صورت نمی گیرد؛ به طور مثال: اگر يك قطره رنگ مایع را در آب علاوه نماییم، دیده خواهد شد که رنگ درآب به آهستگی منتشر میگردد و تمام حجم ظرف پراز آب را احتوا میکند، قابلیت تراکم پذیری مایعات نسبت به گازات کمتر است، مایعات دارای حجم

خاص مربوط به خود بوده، کرجه شکل مایع تابع شکل ظرف است؛ اما يك مایع برخلاف گازات تمامی حجم ظرف را اشغال نمی کند. قوه جاذبه مالیکول ها باعث تراکم نسبی آنها نسبت به گازات میگردد. مایعات دارای کشش سطحی بوده، کشش سطحی عبارت از میل يك مایع جهت کاهش سطح خود میباشد که آن را تبارز میدهد و ناشی از عدم توازن قوه ها در سطح مایع است، طوریکه مالیکول های داخلی باعث کشش مالیکول های خارجی به داخل میگردد، درین صورت بالای مالیکول های سطحی قوه موثری جهت خنثی نمودن قوه داخلی موجود نمی باشد.

تبخیر و فشار بخار مایعات:

یکی از خواص های مهم مایعات عبارت از تبخیر آنها است، سرعت مالیکول های مایع مانند سرعت مالیکول های جامد و گازات مختلف بوده و بالمقابل انرژی حرکی مالیکول های مایع نیز مختلف بوده و در هر لحظه بعضی از مالیکول ها سریع حرکت نموده و در آن محیط بعضی از مالیکول ها حرکت بطی را دارا اند. گراف فوق مطلب را به وضاحت توضیح می نماید. گراف انرژیکی مالیکول ها در يك مایع و توزیع آن قرارشکل فوق توضیح مینماید که در حرارت بلند اکثر مالیکول ها

صفات گازات:

طبیعت گازات به اندازه قابل ملاحظه با هم مشابه بوده و این تشابه به ما امکان آنرا میسر میسازد تا گاز ایدیل را تعریف نماییم و بعداً خواص گازات حقیقی را با خواص گازات ایدیل مقایسه کرده، درین صورت خواهیم یافت که گازات حقیقی و گازات ایدیل طبیعت مشابه را در بعضی موارد خواهد داشت. در صورتیکه فشار زیاد نباشد و هم حرارت وارده بالای آنها نیز پایین باشد (خواص گازات از جمله فکتور های مواد گازی است که می توان آنرا توسط قوانین ساده توضیح کرد؛ دراین جا اولاً لازم است تا فکتورهای را مورد بحث قرار دهیم که بالای گازات تاثیر دارند، آنها عبارت از حجم، فشار، مقدار گاز و حرارت بوده و این ها از جمله فکتورهای اند که در مباحث بعدی این فصل کمک شایانی را در مورد قوانین آزمایشی خواهد نمود.

حجم

چون گازات به طور آبی منبسط شده و ظرف مربوط خود را پر می نمایند، پس حجم گازات عموماً معادل حجم ظرف آنها است؛ اما امروز توصیه گردیده است که کمیت های اندازه گیری حجم گازات باید مطابق به سیستم بین المللی به شکل واحد تعیین گردد. چون در سیستم بین المللی (SI) واحد فاصله متر (m) است. بنهء واحد حجم در (SI) متر مکعب (m³) بوده و عمدتاً بحیث واحد حجم decm³ (دسی متر مکعب) انتخاب میگردد که حجم یک دسی متر مکعب را به نام لیتر (Liter) یاد میکنند. برای اندازه گیری احجام مواد از اجزا و اضعاف استفاده مینمایند که عمدتاً cm³ مورد استفاده قرار میگیرد و 1cc = 1cm³ = 1ml است.

فشار:

قوه وارده فی واحد سطح عبارت از فشار است؛ در گازات فشار مساوی به مجموعه تصادماتی است که ذرات گازی بالای جدار ظرف وارد مینمایند. به هراندازه ای که این تصادمات بیشتر باشد به همان اندازه فشار گاز نیز بیشتر است.

$$P = \frac{F}{A}$$

واحد فشار در سیستمهای CGS عبارت از MKS, Bary پاسکال و در FPS بوند (Lb) تقسیم

بر In² بوده که Psi نیز یاد میشود.

$$1atm = 14.7 \frac{Lb}{In^2}$$

است. واحدهات فشار در کیمیا اتموسفر و ملی متر

$$1atm = 14.7 \frac{Lb}{In^2} = 1Psi = 760mmHg$$

ستون سیماپ است.

$$1atm = 760mmHg = 760torr$$

$$1atm = 14.7 \frac{Lb}{In^2} = 1Psi = 101.3Kpa$$

مقدار ماده گازی :

به صورت عموم مقدار مواد به مول اندازه میشود که به (n) افاده میگردد مقدار مول های ماده را میتوان از تقسیم نمودن گرم ها ماده مطلوب بر کتله مالیکولی یا اتومی آن به دست آورد:

$$n = \frac{m}{M}$$

حرارت گازات :

حرارت گازها به صورت عموم به کالوین اندازه میگردد که کالوین را به نام حرارت مطلقه نیز یاد مینمایند.

$$TK = ^\circ C + 273$$

قانون بایل ماریوت (Boyls law):

در سال 1662 م رابرت بایل و آدام ماریوت دو فزیکدان فرانسوی مستقل از هر دیگر رابطه بین حجم و فشار گازات را به حرارت ثابت مطالعه نموده اند، در نتیجه دریافت نموده اند که به حرارت ثابت (T = constant) حجم گازات به مقدار معین آن، معکوساً متناسب به فشار است.

$$V \approx \frac{1}{P} \text{-----} 1$$

علمای مذکور از دستگاهی استفاده نموده اند که در آن یک نمونه گاز در قسمت تحتانی بسته شده مانومتر درجه دار قرار داشت. با علاوه نمودن سیماپ به انجام باز مانومتر میتوان فشار گاز را افزایش داد و با ازدیاد فشار حجم گاز را در مراحل مختلف اندازه گیری کرد:

$$PV = K \text{-----} 2$$

در رابطه فوق P فشار V حجم گاز و K ثابت بوده و مقدار آن به حرارت و مقدار گاز مربوط است. به این اساس معادله I را میتوان به طور مکمل قرار ذیل تحریر کرد.

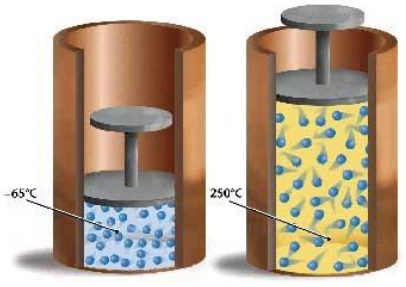
$$T = Constant, n = Constant$$

معادله 1 و 2 را به نام قانون بایل و ماریوت یاد می نمایند: این معادله را می توان قرار ذیل تحریر کرد:

$$V = \frac{K}{P} \text{-----} 3$$

پس به طور عموم قانون بایل و ماریوت را میتوانیم به طور ذیل بنویسیم.

Charles's Law



به فشار ثابت ($P = Constant$) حجم گازها به مقدار معین، مستقیماً متناسب به حرارت است. قضیه فوق مربوط به چارلس و به قانون گیلوسک ارتباط دارد.

اگر به فشار ثابت حجم یک مقدار معین گاز V_1 باشد، درین صورت حرارت وارده اولی گاز مذکور T_1 بوده در صورتیکه حرارت به T_2 تغییر نمایند، حجم گاز V_2 است؛ بدین اساس نوشته کرده میتوانیم که:

$$V = KT \text{-----} 3$$

$$\frac{V}{T} = K \text{-----} 4$$

$$\frac{V_1}{T_1} = K \text{-----} 5$$

$$\frac{V_2}{T_2} = K \text{-----} 6$$

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$$

از مقایسه معادلات 5 و 6 میتوانیم بنویسیم که:

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{T_1}{T_2} \text{-----} 7$$

مثال: یک گاز ایدیل در $25^\circ C$ به اندازه $1.28L$ حجم را اشغال میکنند. در صورتیکه حرارت به $50^\circ C$ تغییر نماید، حجم گاز مذکور چقدر خواهد بود؟ ($P = Constant$)

$$P_1V_1 = P_2V_2 = P_3V_3 = \dots = P_nV_n = K$$

به صورت خلاصه گفته می توانیم که به حرارت ثابت حجم یک مقدار معین گاز معکوساً متناسب به فشار است.

مثال: یک گاز ایدیل در دستگاه اندازه گیری بایل قرار دارد، طوریکه به فشار $625mmHg$ حجم آن $247ml$ است. در صورتیکه فشار به $825mmHg$ تغییر نماید حجم گاز را درین تغییر فشار محاسبه ($T = Constant$) نمایید.

حل: طبق قانون بایل میتوانیم بنویسیم که داریم که:

$$P_1V_1 = P_2V_2$$

قانون چارلس (تاثیر حرارت بالای گازها) :

$$\left. \begin{aligned} P_1V_1 = P_2V_2 &= V_2 = \frac{P_1V_1}{P_2} & \left. \begin{aligned} V_1 &= 247ml \\ P_1 &= 625mmHg \\ P_2 &= 825mmHg \\ V_2 &=? \end{aligned} \right\} \\ V_2 &= \frac{247ml \cdot 625mmHg}{825mmHg} = 187ml \end{aligned} \right\}$$

در سال 1787 م فزیکدان فرانسوی به نام ج. چارلس تغییرات حجم گازها را با تغییرات حرارت به فشار ثابت و مقدار ثابت دریافت کرد. عالم مذکور ملاحظه نمود که در فشار ثابت ($P = Constant$) اگر حرارت وارده را بالای گازها از $0^\circ C$ الی $80^\circ C$ تغییر دهیم، تغییرات حجم گازها مذکور معادل یک دیگر خواهد بود. در سال های 1806 تا 1808 گیلوسگ توانست فهرست گازها چارلس را کامل نماید و ضمناً نام برده نشان داد که به فشار ثابت از دید یک درجه سانتی گراد حرارت، از هر درجه سانتی گراد حجم گاز 1 : 273 از انبساط حاصل مینماید. ن

$$V = a(t + 273) \text{-----} I$$

در معادله یک V حجم گاز t درجه حرارت به درجه سانتی گراد و a میل خط مستقیم است.

$$V = a(n \cdot P) \text{-----} II$$

برای اینکه این تناسب را به مساوات تبدیل نماییم میتوانیم که به آن یک ثابت مانند C را ضرب نماییم پس داریم که:

رابطه فوق را بنام قانون ترکیب گازات یاد میکنند که آنرا میتوان به حالت های مختلف گازات قرار ذیل تحریر کرد.

$$\frac{P_1V_1}{T_1} = \frac{P_2V_2}{T_2} = \frac{P_3V_3}{T_3} = \dots = \frac{P_nV_n}{T_n} = C$$

مثال: به حرارت $25^\circ C$ و فشار $1atm$ یک گاز ایدیال $2.65L$ حجم را اشغال نموده است. اگر همزمان حرارت $75^\circ C$ و فشار به $2atm$ بلند برود، در این صورت حجم گاز مذکور چقدر خواهد بود؟
حل: قرار قانون ترکیب گازات داریم که:

$$\frac{P_1V_1}{T_1} = \frac{P_2V_2}{T_2} \Rightarrow V_2 = \frac{P_1V_1T_2}{P_2T_1} \quad V_2 = \frac{P_1V_1T_2}{P_2T_1} = \frac{1atm \cdot 2.65L \cdot 348K}{2atm \cdot 298K} = \boxed{1.55L}$$

$$\left. \begin{aligned} T_1 &= 25^\circ C + 273 = 298K \\ P_1 &= 1atm \\ V_1 &= 2.65L \\ T_2 &= 75^\circ C + 273 = 348K \\ P_2 &= 2atm \\ V_2 &=? \end{aligned} \right\}$$

اصل اوگدرو:

قبل از اینکه نظریه اوگدرو را در مورد گازات بدانیم در شرایط ثابت قانون گیلوسک را در مورد تعاملات کیمیای که در فاز گاز قرار دارند مورد مطالعه قرار میدهم.
نظر به قانون گیلوسک در شرایط ثابت نسبت های حجمی تام بین مواد تعامل کننده و محصول تعامل برقرار است مثلاً در تعامل $3H_2 + N_2 \longrightarrow 2NH_3$ بین مواد تعامل کننده و محصول تعامل نسبت حجمی 3 : 1 : 2 برقرار است.
اوگدرو دلیل این که چرا نسبت های حجمی با نسبت های مولی مواد تعامل کننده برابر است را تحت دو اصل یا قانون بیان مینماید.

قانون اول اوگدرو:

حجم های مساوی گازات مختلف تحت تأثیر عین شرایط فشار، حرارت، تعداد مالیکولهای مساوی را دارا میباشد، در اصل اوگدرو حجم گازات در شرایط ثابت فزیک حرارت و فشار مستقیماً متناسب است به تعداد مولهای همان گازات:

حل:

$$\left. \begin{aligned} \frac{V_1}{T_1} &= \frac{V_2}{T_2} \\ V_1 &= 1.28L \\ T_1 &= 25^\circ C + 273 = 298K \\ V_2 &=? \\ T_2 &= 50^\circ C + 273 = 323K \end{aligned} \right\}$$

$$V_2 = \frac{V_1T_2}{T_1} = \frac{1.28L \cdot 323K}{298K} = 1.39L$$

قانون گیلوسک (Gaylussac Law):

قانون گیلوسک بیان میدارد که در شرایط ایزوکور ($V = Constant$) فشار یک گاز مستقیماً متناسب به حرارت آن میباشد.

$$P \approx T \Rightarrow P = K \cdot T \Rightarrow \frac{P}{T} = K$$

این رابطه چنین مفهوم دارد که در شرایط ایزوکور (حجم ثابت) نسبت فشار بر حرارت یک گاز ثابت است که می توانیم بنویسیم:

$$\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2} = \frac{P_3}{T_3} = \dots = \frac{P_n}{T_n} = k$$

قانون گیلوسک رابطه بین فشار و حرارت را مطالعه میکند و گراف آن خط مستقیم است.
مثال: در $30^\circ C$ فشار یک گاز $254Torr$ در شرایط ایزوکور $25^\circ C$ فشار گاز مذکور چقدر خواهد بود؟

$$\left. \begin{aligned} T_1 &= 30^\circ C \\ P_1 &= 254Torr \\ T_2 &= 25^\circ C \\ P_2 &=? \end{aligned} \right\} \Rightarrow \left. \begin{aligned} T_1 &= t_1 + 273 = 30 + 273 = 303^\circ K \\ T_2 &= t_2 + 273 = 25 + 273 = 298^\circ K \\ P_1 &= 2540Torr \\ P_2 &=? \end{aligned} \right\} \Rightarrow \frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2} \Rightarrow P_2 = \frac{P_1 \cdot T_2}{T_1} = \frac{2540Torr \cdot 298^\circ K}{303^\circ K} \Rightarrow 2498.08 \Rightarrow \boxed{P_2 = 2498.08}$$

قرار قانون بایل در شرایط ایزوترم $V \approx \frac{1}{P}$
و همچنان قرار قانون چارلس در شرایط ایزوبار $V \approx T$
و قرار قانون گیلوسک داریم که $P \approx T$
پس میتوانیم با ترکیب قوانین فوق بنویسیم که: $V \approx \frac{T}{P}$

$$V = \frac{CT}{P} \Rightarrow \frac{PV}{T} = C$$

مثال: در حرارت و فشار ثابت حجم 3 سه مول یک گاز 50 میلی لیتر است در شرایط مذکور حجم 7 مول گاز نام برده خواهد بود؟

$$\left. \begin{array}{l} n_1 = 3 \text{ mol} \\ v_1 = 50 \text{ mol} \\ n_2 = 7 \text{ mol} \\ v_2 = ? \end{array} \right\} \Rightarrow \begin{array}{l} \frac{v_1}{n_1} = \frac{v_2}{n_2} = \frac{50 \text{ mol}}{3 \text{ mol}} = \frac{v_2}{7 \text{ mol}} \Rightarrow 7 \text{ mol} \cdot 50 \text{ mol} = v_2 \cdot 3 \text{ mol} \\ v_2 = \frac{7 \text{ mol} \cdot 50 \text{ mol}}{3 \text{ mol}} \Rightarrow v_2 = 116.6 \text{ mli} \end{array}$$

$$\begin{array}{l} n \approx v \\ n = k v \\ \frac{n}{v} = k \end{array} \Rightarrow \frac{n_1}{v_1} = \frac{n_2}{v_2}$$

قانون دوم اوگدرو:

تعداد مساوی ذرات (مالیکول ها، اتمها و یا آیونها) گازات مختلف تحت عین شرایط فشار و حرارت حجم های مساوی را اشغال مینماید.

اوگدرو بر علاوه این دو قانون فوق بعد از تجارب متعدد دو موضوع ذیل را بیان نمود:

1. تحت شرایط معیاری (STP) ¹ یک مول هر گاز دارای حجم 22.4 Lit می باشد.

2. تحت عین شرایط فشار و حرارت حجم های مساوی تمام گازات دارای تعداد مساوی مالیکولهای

($6.022 \cdot 10^{23}$) میباشد که عدد ($6.022 \cdot 10^{23}$) به نام عدد اوگدرو یاد میشود. مثلاً:

$$1 \text{ mol } O_2 = 1 \text{ mol } H_2 = 1 \text{ mol } NH_3 = 22.4 \text{ Lit} = 6.022 \cdot 10^{23} \text{ molecules}$$

مثال: حجم اشغالی $3.011 \cdot 10^{23}$ مالیکول گاز نایتروجن در شرایط STP چند لیتر خواهد بود؟
حل:

$$\left. \begin{array}{l} 6.022 \cdot 10^{24} \text{ molecule} \\ 3.011 \cdot 10^{23} \text{ molecule} \end{array} \right\} \begin{array}{l} 22,4L \\ x \end{array} \Rightarrow x = \frac{22.4L \cdot 3.011 \cdot 10^{23} \text{ molecule}}{6.022 \cdot 10^{24} \text{ molecule}} = \boxed{1.12L}$$

کارخانگی

1- یک گاز آیدیال در یک دستگاه اندازه گیری بایل قرار دارد، طوریکه به فشار حجم آن 247 mli است.

در صورتیکه به فشار 825 mm - Hg تغییر نموده باشد حجم گاز را در این تغییر فشار عبارت است از؟

2- مطلب از شرایط معیاری (STP) عبارت اند از؟