

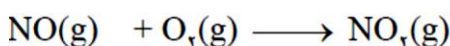
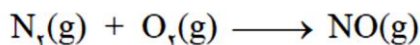
اوزون تروپوسفری :

اوزون در لایه ی تروپوسفر نیز یافت می شود اما از آنجا که اوزون از اکسیژن واکنش پذیرتر است، این ماده در تروپوسفر آلاینده ای سمی و خطرناک به شمار می آید. به طوری که وجود آن در هوایی که تنفس می کنیم، سبب سوزش چشمان و آسیب دیدن ریه ها می شود .

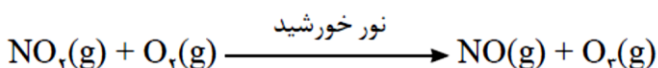
اوزون تروپوسفری طی واکنش های زیر تشکیل می شود:**۱-در اثر رعد و برق :**

گاز نیتروژن به عنوان اصلی ترین جزء سازنده هواکره، واکنش پذیری بسیار دارد و به طور معمول با اکسیژن واکنش اما تنها هنگام رعد و برق این دو گاز در هوا ترکیب شده و به اکسیدهای نیتروژن تبدیل می شوند.

در ناحیه ای که رعد و برق ایجاد شده است، دما به اندازه ای که، نیتروژن با اکسیژن هوا ترکیب می شود و باعث تشکیل اکسیدهای نیتروژن می شود .

**۲-هوای آلوده شهرهای صنعتی و بزرگ :**

از سوی دیگر در هوای آلوده شهرهای صنعتی و بزرگ، به مقدار قابل توجهی اکسیدهای نیتروژن وجود دارد. در واقع این گازها از واکنش گازهای نیتروژن و اکسیژن درون موتور خودرو در دمای به وجود می آیند. از آنجا که گاز نیتروژن دی اکسید به رنگ است، هوای آلوده کلانشهرها اغلب به رنگ روشن دیده می شود. در این هوای آلوده و در حضور نور خورشید، واکنش زیر رخ می دهد و مقداری گاز تولید می گردد. این اوزون، همان اوزون تروپوسفری است.

**نکاتی چند در مورد گاز نیتروژن دی اکسید) (:**

۱-از واکنش گاز های نیتروژن و اکسیژن در موتور خودرو تولید می شود.

۲-از عوامل ایجاد اوزون است.

۳-از انحلال آن در آب محلول با PH از ۷ تولید می شود.

خواص و رفتار گازها :

۱-گاز برخلاف جامد و دمایع، شکل و حجم معینی، بلکه به شکل ظرف محتوی آن درمی آید و همه

فضای ظرف را اشغال میکند. از این رو، حجم یک نمونه گاز با حجم ظرف محتوی آن برابر است

۲-گاز برخلاف جامد و مایع تراکم پذیر است. اگر به یک نمونه گاز موجود در سرنگی یا سیلندری با پیستون روان، فشار

وارد کنیم، گاز فشرده تر و حجم آن کمتر می شود

مولکول های گازی بسیار کوچک هستند و فاصله ی آن ها بسیار زیاد است بنابراین :

اولاً : گازها..... جامدها و مایع ها تراکم پذیرند و فشرده می شوند.

ثانیاً : حجم گازها به اندازه ی ذره ی آن ها بستگی

حجم گازها به سه عامل مقدار، دما و فشار آن ها بستگی دارد یعنی حجم گاز به نوع گاز بستگی.....

گاز بر اثر فشار متراکم می شود، اما اگر فشار کاهش یابد، فاصله بین مولکول های آن افزایش می یابد.

حجم یک نمونه گاز به سه عامل بستگی دارد :

۱-دما :

اگر در فشار ثابت در یک سیلندر با پیستون روان دمای گازی را بیش تر کنیم حجم آن نیز می شود و

برعکس ، یعنی در فشار ثابت تغییرات دما و حجم با یکدیگر..... است.



۲-فشار :

اگر در دمای ثابت در یک سیلندر با پیستون روان فشار گازی را بیش تر کنیم، حجم آن می شود و

برعکس یعنی در دمای ثابت تغییرات فشار و حجم با یکدیگر است.

نمودار زیر رابطه ی حجم و فشار گاز را در دمای ثابت نشان می دهد.



۳-تعداد مول های گاز :

در دما و فشار معین با افزایش شمار مول های هر گاز، حجم آن می یابد. از این رو، حجم یک نمونه گاز با

شمار مول های آن رابطه ای..... دارد



پرسش : چرا با قرار دادن بادکنکهای پر شده از هوا، درون نیتروژن مایع سبب می شود که حجم آنها به شدت کاهش می

یابد ؟

شرایط استاندارد گازها (STP) :

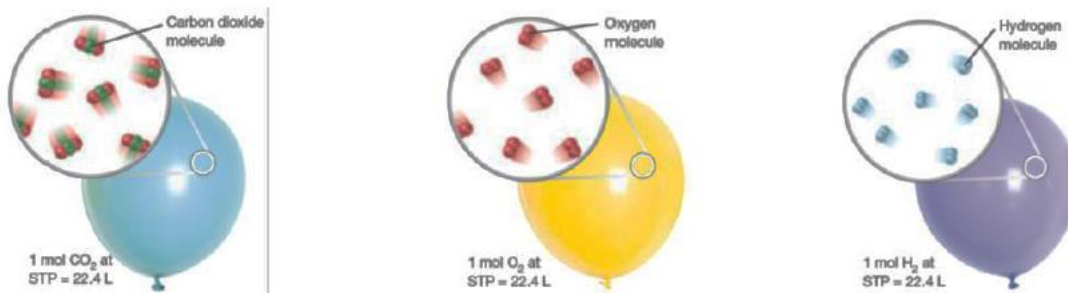
بر اساس قرارداد، شیمی دان ها دمای صفر درجه سلسیوس و فشار یک اتمسفر را به عنوان شرایط استاندارد در نظر گرفته

اند.

قانون آووگادرو :

در دما و فشار یکسان، حجم یک مول از گازهای گوناگون با هم برابر است.
به دیگر سخن اگر در دما و فشار یکسان حجم چند گاز گوناگون برابر باشد تعداد مول ها و تعداد مولکول های آن ها نیز

برابر است



حجم یک مول گاز در شرایط استانداردلیتر یا میلی لیتر است.

استوکیومتری گازها :

تست : دولیتر از گازهای کربن دی اکسید، دی نیتروژن مونواکسید و گوگرد تری اکسید در دما و فشار یکسان، تعداد مول، چگالی و جرم دارند

تست : کدام عبارت زیر برای توصیف واکنش $\text{NO}_2(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightarrow 2\text{HNO}_3(\text{aq}) + \text{NO}(\text{g})$ درست است؟

(۱) از واکنش $\frac{4}{5}$ مول NO_2 با دو مول H_2O $\frac{2}{5}$ مول فراورده به دست می آید.

(۲) از واکنش ۴ مول واکنش دهنده، ۲ مول NO_2 به دست می آید.

(۳) از واکنش ۹ مول NO_2 بامقدار کافی H_2O $\frac{67}{24}$ گاز NO در شرایط STP به دست می آید.

(۴) در صورتی که ۳ مول H_2O و ۹ مول NO_2 را با هم واکنش دهیم، مقدار NO_2 اضافی است.

۱-۰/۲ مول گاز نیتروژن در شرایط استاندارد چند میلی لیتر حجم دارد؟

۲-۱/۲ مول گاز آمونیاک در شرایط استاندارد چند لیتر حجم دارد؟

۳- ۲/۸ لیتر گاز اکسیژن در شرایط استاندارد چند مول است؟

۴- ۱۱۲ میلی لیتر گاز متان در شرایط استاندارد چند مول است؟

۵- ۲ گرم گاز نیتروژن در دمای 0°C و فشار ۱ atm چند میلی لیتر حجم دارد؟

۶- ۱/۷ گرم گاز آمونیاک در دمای 0°C و فشار ۱ atm چند میلی لیتر حجم دارد؟

۷- ۲/۲ گرم گاز کربن دی اکسید در شرایط STP چند لیتر حجم دارد؟

۸- ۲ میلی گرم گاز اکسیژن در شرایط استاندارد چند لیتر حجم دارد؟

۹- اگر جرم یکسانی از گاز های هیدروژن و اکسیژن و کربن دی اکسید داشته باشیم کدام گاز حجم بیشتری در شرایط استاندارد اشغال می کند؟

۱۰- چگالی گاز کربن دی اکسید در شرایط استاندارد چند گرم بر لیتر است؟ $C=12$ و $O=16$

۱۱- اگر هر فرد به طور میانگین ۱۲ بار در دقیقه نفس بکشد و هر بار ۰/۵ لیتر هوای بازدم خارج کند در شبانه روز چند لیتر و چند مول گاز کربن دی اکسید در شرایط استاندارد به هوا وارد می کند؟ (فرض کنید ۰/۰۳ درصد هوا کربن دی اکسید است)

کانون ۹۵: اگر هر فرد به طور میانگین ۱۲ بار در دقیقه نفس بکشد و هر بار ۴۵/۰ لیتر هوا به ریه هایش وارد کند و شرایط را STP فرض کنیم، محاسبه کنید در دو شبانه روز تقریباً چند مول نیتروژن وارد شش های او می شود

۸۴۱(۴)

۶۴۱(۳)

۷۴۱(۲)

۵۴۱(۱)

۱۲- از سوختن 0.2 مول متان چند مول بخار آب تولید می شود؟

۱۳- از واکنش چند مول گاز هیدروژن با مقدار کافی گاز نیتروژن می توان $1/7$ مول آمونیاک تولید کرد؟

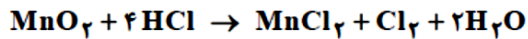
۱۳- برای تولید 8 مول گاز گوگرد تری اکسید به چند مول گاز اکسیژن نیاز است؟

۱۴- برای تولید 4 مول گاز گوگرد تری اکسید از گوگرد دی اکسید به چند گرم گاز اکسیژن نیاز است؟

۱۵- از اکسایش 0.8 مول گلوکز چند گرم کربن دی اکسید تولید می شود؟

گزیته دو ۹۴ :

۲- برای تهیه ی گاز کلر در آزمایشگاه از اثر هیدروکلریک اسید بر منگنز (IV) اکسید استفاده می کنیم. برای تهیه ی ۱/۴۲ کیلوگرم گاز کلر مطابق واکنش زیر، به چند مول هیدروکلریک اسید نیاز داریم؟ ($Cl = ۳۵ / ۵ g \cdot mol^{-1}$)



۸۰ (۴) مول

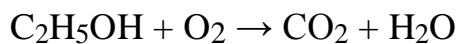
۱۶۰ (۳) مول

۲۰ (۲) مول

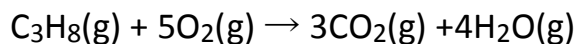
۴۰ (۱) مول

۱۸- در فرایند هابراز واکنش ۰/۰۴ مول گاز نیتروژن چند گرم آمونیاک تولید می شود؟

۱۹- از سوختن کامل ۲ مول اتانول چند لیتر گاز کربن دی اکسید در شرایط استاندارد تولید می شود؟



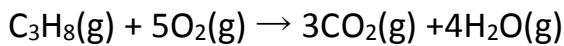
۲۰- از سوختن ۰/۰۶ مول گاز پروپان چند لیتر گاز کربن دی اکسید در شرایط STP تولید می شود؟



۲۱- ۱۱۲ میلی لیتر گاز اکسیژن در شرایط استاندارد در واکنش با گاز گوگرد دی اکسید چند مول گاز گوگرد تری اکسید

نولید می کند؟

۲۲-۵/۶ لیتر گاز اکسیژن در شرایط استاندارد برای سوزاندن چند مول گاز پروپان نیاز است؟



۲۳- بدن انسان در هر شبانه روز به طور میانگین ۲/۵ مول گلوکز مصرف میکند. برای اکسایش این مقدار گلوکز چند لیتر اکسیژن در شرایط استاندارد لازم است؟

سنجش ۹۶: شمار اتم های موجود در گلوکز مصرفی بدن انسان در هر شبانه روز برابر با $10^{22} \times 3613/2$ است. در این مدت و در شرایط استاندارد هر انسان به چند لیتر گاز اکسیژن برای اکسایش این مقدار گلوکز نیاز دارد؟

۳۶۳(۴)

۳۳۲(۳)

۳۳۶(۲)

۳۲۳(۱)

۲۴- بدن انسان در هر شبانه روز به طور میانگین ۲/۵ مول گلوکز مصرف میکند. برای اکسایش این مقدار گلوکز چند لیتر هوا در شرایط استاندارد لازم است؟

۲۵- در صورتی که ۵/۶ گرم گاز نیتروژن N_2 در واکنش با هیدروژن شرکت کند چند لیتر آمونیاک در شرایط استاندارد تولید می شود؟

تست : ۴/۸ گرم فلز منیزیم در واکنش با هیدروکلریک اسید اضافی چند لیتر گاز هیدروژن در شرایطی که حجم مولی گازها برابر 24 mol.L^{-1} است آزاد می کند؟ $Mg=24$ و $H=1$

۵/۶(۴) ۴/۸(۳) ۳/۶(۲) ۲/۴(۱)

۲۶- گاز شهری به طور عمده از متان تشکیل شده و در محیطی که اکسیژن کم است به صورت ناقص می سوزد و بخار آب ، کربن مونوکسید و نور و گرما تولید می کند. از سوختن ناقص ۴۸ گرم گاز متان چند لیتر گاز CO در شرایط استاندارد تولید می شود ؟

۲۷- هر فرد بالغ به طور میانگین ۱۲ بار در دقیقه نفس میکشد و هر بار ۰/۵ لیتر هوا به ریه هایش وارد می شود. (آ) در یک شبانه روز چند لیتر هوا و چند لیتر اکسیژن وارد شش ها می شود؟ (ب) چند مول اکسیژن در یک شبانه روز وارد شش ها می شود؟ (شرایط را STP فرض کنید)

تست: نیترو گلیسرین $C_3H_5N_3O_9$ در اثر تجزیه شدن علاوه بر دو گاز اصلی تشکیل دهنده هوا ، کربن دی اکسید و بخار آب نیز تولید می کند. از تجزیه ۲۲/۷ گرم از این ماده در شرایط STP به ترتیب چند مول گاز CO_2 و چند لیتر گاز نیتروژن تولید می شود؟ $C_3H_5N_3O_9=227$

۳/۳۶-۰/۳(۴) ۱/۴۹-۰/۰۳۳(۳) ۳/۳۶-۰/۰۳۳(۲) ۳۳/۶-۰/۳(۱)

۲۸- کانون ۹۴ - شمار اتم های کلر در ۰/۵۶ لیتر گاز کلر در شرایط STP برابر شمار اتم ها در چند گرم نئون است ؟

Ne=۲۰ ۱(۱) ۲(۲) ۰/۵(۳) ۱/۵(۴)

کانون ۹۴ - از سوختن ۹ گرم گلوکز به ترتیب از راست به چپ چند لیتر هوا مصرف می شود و چند لیتر گاز تولید می گردد ؟ (دمای واکنش سوختن بالا ولی دما و فشار ثابت است) حجم مولی گاز ها در شرایط واکنش ۲۵ لیتر است.

۱۵ - ۳۷/۵(۱) ۷/۵ - ۷۵(۲) ۱۵ - ۷۵(۳) ۷/۵ - ۳۷/۵(۴)

تست: شترجانوری است که می تواند چندین روز را بدون نوشیدن آب در هوای گرم بیابان سپری کند. در این شرایط، چربی ذخیره شده در کوهان این جانور ($C_{57}H_{110}O_6$ اکسایش یافته و افزون بر تولید انرژی، آب مورد نیاز جانور را نیز تأمین می کند) با توجه به معادله واکنش از اکسایش یک کیلوگرم چربی چند لیتر گاز کربن دی اکسید در شرایط استاندارد تولید می شود ؟



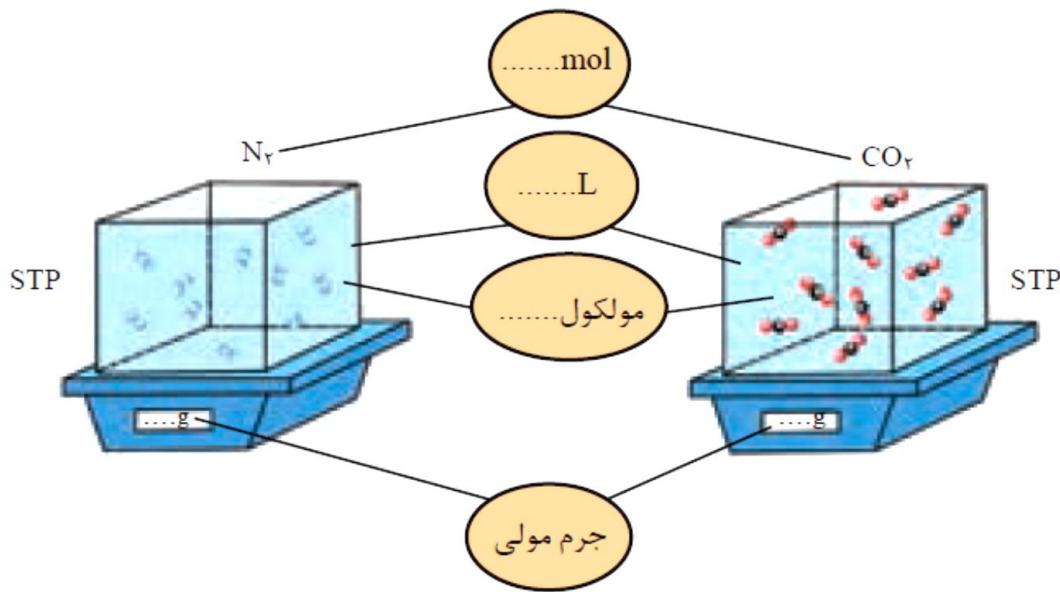
۳۰- کدام گزینه در مورد یک حجم گاز هیدروژن (نمونه ۱) و دو حجم گاز کربن دی اکسید (نمونه ۲) در دما و فشار یکسان درست است ؟

۱) نسبت جرم نمونه ۲ به نمونه ۱ برابر ۴۴ است. ۲) نسبت شمار اتم های نمونه ۲ نسبت به نمونه ۱ برابر ۲ است

۴) جرم نمونه ۲ دو برابر نمونه ۱ است

۳) نسبت شمار اتم های نمونه ۲ نسبت به نمونه ۱ برابر ۲ است

۳۱- در شکل جاهای خالی را پر کنید (هر ذره را هم ارز با ۰/۱ مول در نظر بگیرید)
 $(N = ۱۴/۰۱, C = ۱۲/۰۱, O = ۱۶/۰۰ \text{ g mol}^{-۱})$



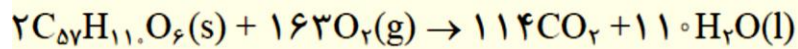
کانون ۹۴ - چند گرم گاز متان به طور کامل در همان مقداری گاز اکسیژن می سوزد که ۶۰ گرم اتان را به طور کامل می سوزاند ؟ (۱) ۲۴ (۲) ۴۲ (۳) ۵۶ (۴) ۷۴

۳۲- در واکنش تولید آمونیاک :

آ) برای تهیه ۴۲/۵ کیلوگرم آمونیاک به چند کیلوگرم گاز هیدروژن نیاز است؟

ب) برای تولید ۳۳۶۰ لیتر آمونیاک در STP به چند گرم گاز هیدروژن و چند گرم گاز نیتروژن نیاز است؟

۳۳- شتر جانوری است که می تواند چندین روز را بدون نوشیدن آب در هوای گرم بیابان سپری کند. در این شرایط، چربی ذخیره شده در کوهان این جانور مطابق واکنش زیر اکسایش یافته و افزون بر تولید انرژی، آب مورد نیاز جانور را نیز تأمین می کند، جرم آب تولید شده از اکسایش یک کیلوگرم چربی را حساب کنید



۳۴- $10^{22} \times 9/0.33$ اتم آهن در واکنش با مقدار کافی سولفوریک اسید ، چند لیتر گاز هیدروژن در شرایط استاندارد آزاد می سازد؟

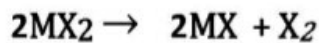
گزینه دو - ۹۵: هر فرد بالغ در هر شبانه روز به طور میانگین ۸۹۶۰ لیتر هوا تنفس می کند. با توجه به اینکه حدود ۲۰٪ هوا اکسیژن است، مقدار گلوکز مصرفی در این مدت برابر چند گرم است؟ (شرایط را STP فرض کنید)

(۱) ۱۲۰۰۰ گرم (۲) ۲۴۰۰ گرم (۳) ۲۲۴۰ گرم (۴) ۱۴۴۰۰ گرم $C_6H_{12}O_6 = 180$

تست : برای سوختن کامل ۱۱/۴ گرم اوکتان C_8H_{18} ، چند لیتر هوا، شامل ۲۰٪ اکسیژن در شرایط STP لازم است؟

(۱) ۲۸۰ (۲) ۴۲۰ (۳) ۱۴۰ (۴) ۵۶۰ ($C_8H_{18}=114$)

المپیاد ۹۲: ۱/۱۲ گرم ترکیب MX_2 را گرم میکنیم تا ۰/۷۲ گرم $MX(s)$ و ۵۶ میلی لیتر گاز X_2 در شرایط STP به



دست آید جرم اتمی متوسط M و X کدام است؟

ریاضی ۹۵: مقدار اکسیژن آزاد شده از تجزیه گرمایی ۰/۳ مول پتاسیم کلرات را از تجزیه گرمایی چند گرم سدیم نیترات

می توان به دست آورد؟ (بازده هر دو واکنش ۱۰۰٪ فرض شود).

۷۶/۵(۴)

۶۸(۳)

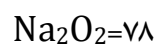
۴۱(۲)

۳۴(۱)

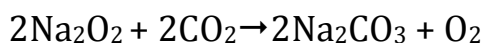
المپیاد ۹۰: چگالی بنزین ۰/۸ گرم بر میلی لیتر است اگر در کشور روزانه ۵۷ میلیون لیتر بنزین سوزانده شود ، روزانه چند

مول اکسیژن مصرف می شود؟ (۱) 5×10^9 (۲) 6×10^9 (۳) 4×10^8 (۴) $5/7 \times 10^8$ $C_8H_{18} = 114$

ریاضی خارج ۸۸: براساس واکنش زیر اگر هر لیتر هوا دارای ۰/۰۸۸ گرم CO_2 باشد ۳۱/۲ گرم سدیم پراکسید برای



جذب گاز CO_2 موجود در چند لیتر هوا کفایت می کند؟



۲۵۰(۴)

۲۰۰(۳)

۱۵۰(۲)

۱۰۰(۱)

۲۵-۲۰ گرم کلسیم کربنات را گرما می دهیم تا به صورت معادله زیر تجزیه شود اگر پس از مدتی ۵/۶ لیتر گاز کربن دی اکسید در شرایط استاندارد تولید شود در این لحظه جرم مواد جامد باقیمانده در ظرف چند گرم است؟



۲۶- بر طبق واکنش زیر، ۲۰ گرم کلسیم کربنات به میزان ۶۰٪ تجزیه شده است. جرم جامد باقی مانده در آخر واکنش چقدر است؟

۲۶- مخلوطی از گازهای متان و هیدروژن به جرم ۴ گرم را می سوزانیم. در این واکنش ۸/۸ گرم کربن دی اکسید تولید می شود جرم گاز هیدروژن و متان در مخلوط اولیه چند گرم است؟

تجربی ۸۸: اگر مخلوطی از گازهای هیدروژن و متان در شرایط استاندارد به طور کامل بسوزد و مقدار ۵/۶ لیتر گاز کربن دی اکسید در شرایط استاندارد و ۱۱/۲۵ گرم آب تولید کنند، چند درصد حجمی این مخلوط را گاز متان تشکیل می دهد؟

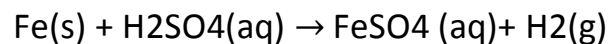
۶۶/۶۶ (۴)

۳۵/۲۵ (۳)

۳۳/۳۳ (۲)

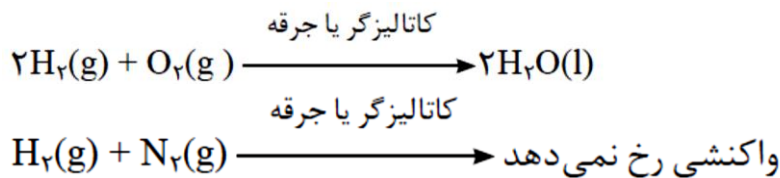
۲۵/۱۲ (۱)

۲۷- اگر در واکنش کامل ۱۰ گرم گرد آهن دارای ناخالصی زنگ آهن با مقدار کافی محلول سولفوریک اسید ۳/۳۶ لیتر گاز هیدروژن در شرایط STP آزاد شود چند درصد جرم این نمونه را زنگ آهن تشکیل می دهد؟ $Fe = ۵۶$



مقایسه واکنش پذیری گاز اکسیژن و نیتروژن :

گاز نیتروژن در مقایسه با اکسیژن از نظر شیمیایی غیرفعال و واکنش ناپذیر است؛ برای نمونه مخلوطی از گازهای اکسیژن و هیدروژن در حضور کاتالیزگر یا جرقه در یک واکنش سریع و شدید، منفجر می شود و آب تولید میکند اما در مخلوطی از گازهای نیتروژن و هیدروژن در حضور کاتالیزگر یا جرقه، هیچ واکنشی رخ نمی دهد. از این رو گاز نیتروژن به جوّ بی اثر شهرت یافته و در محیط هایی که گاز اکسیژن، عامل ایجاد تغییر شیمیایی است به جای آن از گاز نیتروژن استفاده می کنند.



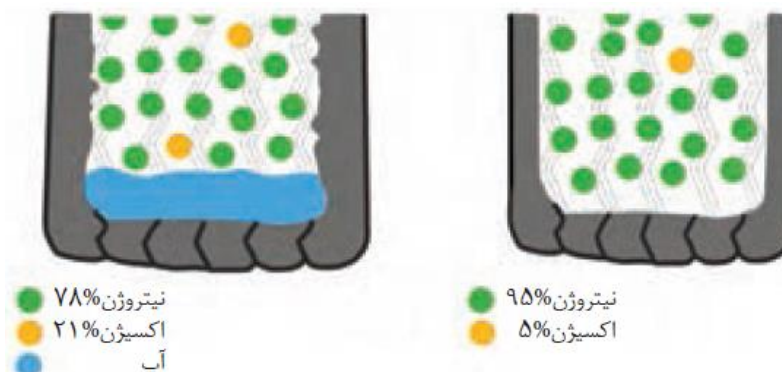
ویژگی های گاز نیتروژن :

- ۱- فراوانترین جز سازنده هواکره است. (۷۸٪ حجم هوا را نیتروژن تشکیل می دهد)
- ۲- نیتروژن دارای مولکول های دو اتمی است. با ساختار لوویس مولکول است.
- ۳- نیتروژن در مقیاس صنعتی از تقطیر هوای مایع به دست می آید.
- ۴- نیتروژن بر خلاف اکسیژن گازی واکنش ناپذیر و غیر فعال است.
- ۴- به علت واکنش ناپذیری و غیر فعال بودن، گاز نیتروژن به جوّ بی اثر شهرت یافته و در محیط هایی که گاز اکسیژن، عامل ایجاد تغییر شیمیایی است به جای آن از گاز نیتروژن استفاده می کنند
- ۵- انحلال پذیری نیتروژن در آب نسبت به اکسیژن کم تر است. چون جرم مولی کم تری نسبت به اکسیژن دارد. نیروی جاذبه و اندروالسی ضعیف تری را آب تشکیل می دهد.

کاربرد های گاز نیتروژن :

- ۱- برای پر کردن تایر خودروها، ۲- در صنعت سرماسازی برای انجماد مواد غذایی ۳- برای نگهداری نمونه های بیولوژیک در پزشکی استفاده می شود

چرا از گاز نیتروژن در پر کردن تایر خودروها استفاده می شود ؟



تذکره: اگر به جای هوا از گاز نیتروژن (که ناخالص است و مقدار ۵٪ گاز اکسیژن دارد) استفاده شود. درصد اکسیژن ۱۶٪ کاهش می یابد.

علت استفاده از گاز نیتروژن در پر کردن تایر خودروها :

۱- در هوای رطوبت وجود دارد.

اگر از هوا برای پر کردن تایر خودروها استفاده شود ، در زمستانها که هوا سرد است بخار آب موجود در هوا در اثر سرما میعان حاصل کرده و به آب مایع تبدیل می شود. و علاوه بر کاهش حجم باد تایر باعث خوردگی و زنگ زدن و خوردگی رینگ هم می شود.

اما اگر از گاز نیتروژن در پر کردن تایر خودروها استفاده شود چون بخار آب در آن وجود ندارد به همین دلیل معایب هوا را ندارد.

۲- اگر به جای هوا، از گاز نیتروژن برای پر کردن تایر خودروها استفاده شود ، چون مولکولهای نیتروژن بزرگ تر از مولکولهای اکسیژن هستند ، کند ترمی توانند از لاستیک خودرو فرار کنند لاستیک خودرو دیر تر کم باد شود

تولید آمونیاک به روش هابر:

فریتس هابر دانشمند آلمانی است ، که اولین با رتوانست گاز آمونیاک را در مقیاس آزمایشگاهی (نه صنعتی)

از واکنش گاز نیتروژن و هیدروژن تولید کند..

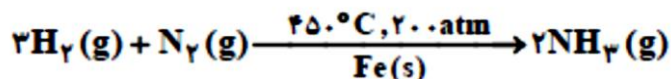
دو مشکل هابر در تولید آمونیاک :

۱- گاز نیتروژن واکنش پذیری ناچیزی دارد و واکنش در دما و فشار اتاق انجام نمی شد .

* **هابر** توانست با انجام آزمایش در دما و فشار های مختلف ، شرایط بهینه برای انجام این واکنش را فراهم کند

او متوجه شد که واکنش تولید آمونیاک در دمای بالا () و فشار بالا () در حضور کاتالیزگر

آهن انجام می شود (دمای 450°C و فشار 200 atm)



* اگر مخلوط گاز نیتروژن و هیدروژن را از روی یک ورقه آهنی در این دما و فشار عبور داده شود، واکنش برگشت پذیر

انجام و آمونیاک به مقدار قابل توجهی تولید می شود

۲- **هابر** با مشکل دیگری روبه رو بود، چگونه می توان فراورده واکنش (آمونیاک) را از مخلوط واکنش

جدا کرد.

* در فرایند هابر همه واکنش دهنده ها (گاز نیتروژن و هیدروژن) به فراورده تبدیل نمی شود؛ زیرا این واکنش،

برگشت پذیر است. به همین دلیل پس از انجام واکنش در ظرف واکنش مخلوطی از سه گاز هیدروژن، نیتروژن و آمونیاک

وجود دارد

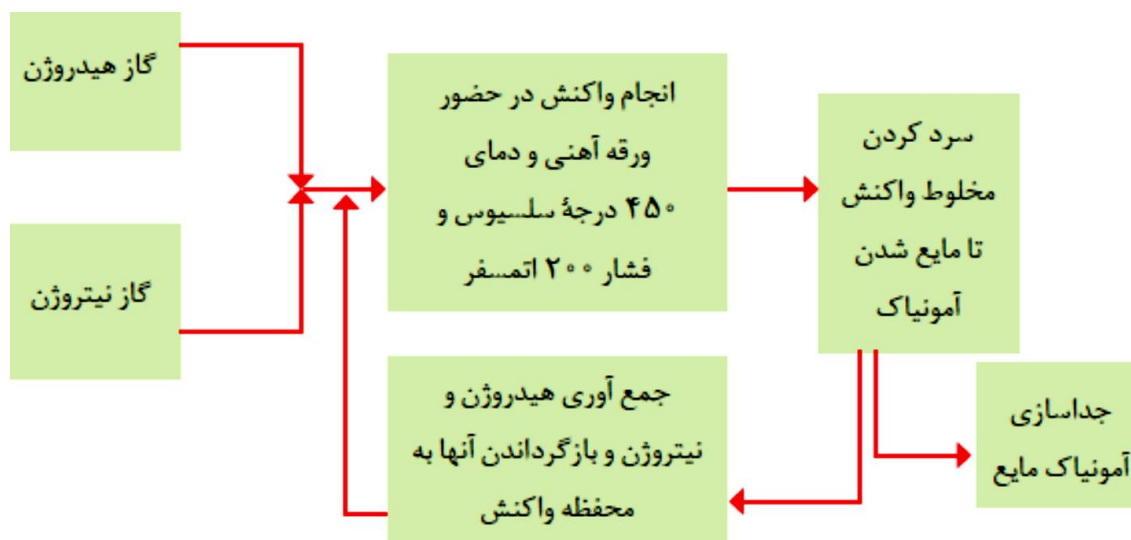
هابر با سرد کردن مخلوط واکنش آمونیاک را جداسازی کرد. چون نقطه ی جوش آمونیاک از هیدروژن و نیتروژن بسیار

بالا تر است، با سرد کردن مخلوط ، گاز آمونیاک به آسانی به مایع تبدیل می شود اما هیدروژن و نیتروژن به صورت

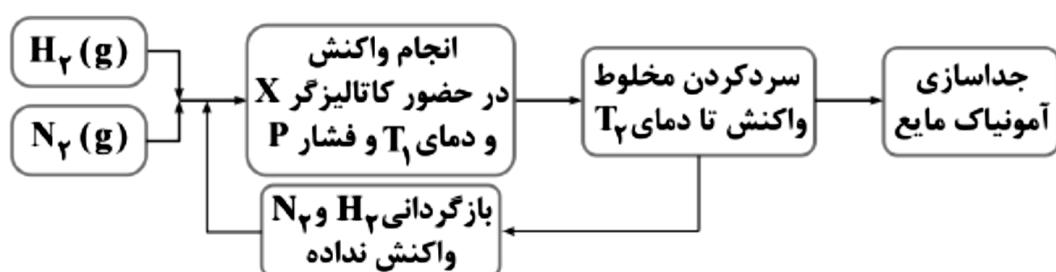
گازی باقی می مانند.

پس از جداسازی آمونیاک مایع، هیدروژن و نیتروژن واکنش نداده، جمع آوری شده و دوباره به محفظه ی اصلی واکنش

برگردانده می شوند.



تست : شکل زیر نمای تولید آمونیاک در صنعت به روش هابر را نشان میدهد. چه تعداد از موارد زیر درست هستند؟



X : Fe

 $T_1 : 450^\circ\text{C}$

P : 253 atm

 $T_2 : -200^\circ\text{C}$

۴(۴)

۲(۳)

۱(۲)

۱(صفر)

چگونه فراورده واکنش (آمونیاک) را از مخلوط واکنش جداسازی می کنند ؟

نقطه جوش (°C)	نام ماده
-۲۵۳	هیدروژن
-۱۹۶	نیتروژن
-۳۴	آمونیاک

نیروی جاذبه بین مولکول های قطبی آمونیاک از نوع پیوند هیدروژنی است. در حالیکه مولکولهای N_2 و H_2 ناقطبی هستند و نیروی جاذبه بین مولکولی ضعیف و اندر والسی دارند. به همین دلیل نقطه جوش آمونیاک بیشتر از N_2 و H_2 است.

اگر مخلوط واکنش را که شامل گازهای NH_3 و N_2 و H_2 تا دمای -34°C سرد کنیم آمونیاک براحتی مایع می شود اما نیتروژن و هیدروژن همچنان گازی باقی می مانند به این ترتیب آمونیاک از مخلوط واکنش جدا می شود.