## با هم بیندیشیم

معادلهٔ واکنش اکسایش گلوکز برای تولید انرژی در بدن به صورت زیر است:

$$C_6H_{12}O_6(aq) + 6O_2(g) \rightarrow 6CO_2(g) + 6H_2O(l) + \text{انرژی}$$

آ) بدن انسان در هر شبانه روز به طور میانگین ۲/۵ مول گلوکز مصرف می کند. برای مصرف این مقدار گلوکز به چند مول اکسیژن نیاز است؟

ب) این مقدار اکسیژن هم ارز با چند لیتر گاز اکسیژن در STP است؟

**راهنمایی:** برای حل می‌توان یکی از عامل‌های تبدیل زیر را به‌کار برد:

$$\frac{1\,mol\,O_2}{22/4\,L\,O_2} \quad و \quad \frac{22/4\,L\,O_2}{1\,mol\,O_2}$$

پ) این مقدار اکسیژن هم ارز با چند گرم اکسیژن است؟

**راهنمایی:** برای حل می‌توان یکی از عامل‌های تبدیل زیر را به‌کار برد:

$$\frac{1\,mol\,O_2}{32\,g\,O_2} \quad و \quad \frac{32\,g\,O_2}{1\,mol\,O_2}$$

ت) دانش‌آموزی برای یافتن جرم آب تولید شده از اکسایش ۲/۵ مول گلوکز از عامل‌های تبدیل در روند زیر استفاده کرده است. هر یک از جاهای خالی را با کمیت مناسب پر کنید.

$$?\,g\,H_2O = 2/5\,mol\,C_6H_{12}O_6 \times \frac{6\,mol\,H_2O}{1\,mol\,C_6H_{12}O_6} \times \frac{18\,g\,H_2O}{1\,mol\,H_2O} = 270\,g\,H_2O$$

ث) گاز حاصل از اکسایش کامل این مقدار گلوکز در STP چند لیتر حجم دارد؟

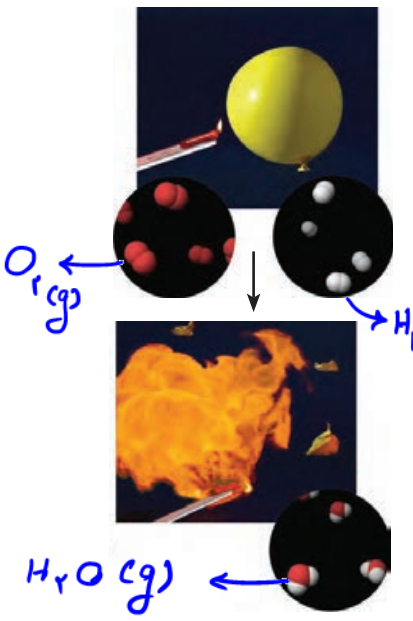
**تعریف واکنش اکسایش:**
به واکنش آرام مواد با اکسیژن که با تولید انرژی همراه است، واکنش اکسایش می گویند.

**آیا می‌دانید**

سالانه مردم سراسر جهان حدود ۵۰ میلیارد قرص آسپرین برای کاهش تب، التهاب و تپش های قلبی مصرف می کنند. این قرص‌ها با بهره گیری از استوکیومتری واکنش در شرکت های دارویی تولید می‌شود.

## تولید آمونیاک، کاربردی از واکنش گازها در صنعت

گاز نیتروژن فراوان‌ترین جزء سازندهٔ هواکره بوده که در مقایسه با اکسیژن از نظر شیمیایی غیرفعال و واکنش‌ناپذیر است؛ برای نمونه مخلوطی از گازهای اکسیژن و هیدروژن در حضور کاتالیزگر یا جرقه در یک واکنش سریع و شدید، منفجر می‌شود و آب تولید می کند (شکل ۲۶) اما در مخلوطی از گازهای نیتروژن و هیدروژن حتی در حضور کاتالیزگر یا جرقه، هیچ واکنشی رخ نمی‌دهد.



**شکل ۲۶-** سوختن گاز هیدروژن

$$2H_2(g) + O_2(g) \xrightarrow{\text{کاتالیزگر یا جرقه}} 2H_2O(l)$$

$$H_2(g) + N_2(g) \xrightarrow{\text{کاتالیزگر یا جرقه}} \text{واکنشی رخ نمی‌دهد}$$

از این‌رو گاز نیتروژن به جوّ بی‌اثر شهرت یافته و در محیط‌هایی که گاز اکسیژن، عامل ایجاد تغییر شیمیایی است به‌جای آن از گاز نیتروژن استفاده می کنند.

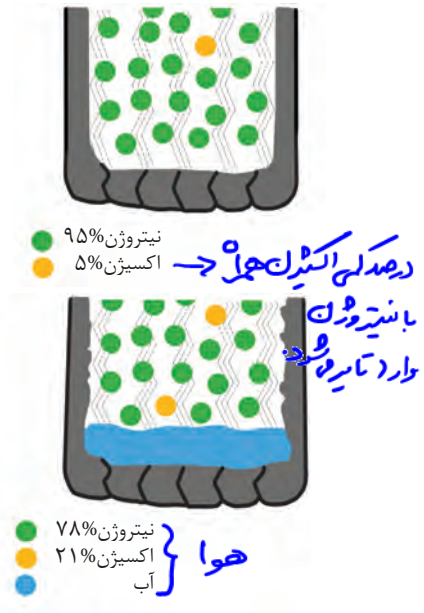
هوا به دلیل داشتن مقدار قابل توجهی از اکسیژن و بخار آب باعث فرسودگی جسم داخلی تایر خودرو می‌شود اما گاز نیتروژن واکنش‌پذیری ناچیزی دارد و باعث سالم ماندن تایر می‌شود.

## خود را بیازمایید

۱ـ شاید دیده باشید که برای پر کردن و تنظیم باد تایر خودرو به جای هوا مطابق شکل روبه‌رو از گازنیتروژن استفاده می‌کنند. توضیح دهید استفاده از این گاز به‌جای هوا چه فایده‌ای دارد؟

۲ـ گاز نیتروژن دارای مولکول‌های دو اتمی است. ساختار لوویس مولکول آن را رسم کنید.

$:N \equiv N:$




هر چند گاز نیتروژن واکنش پذیری ناچیزی دارد، اما امروزه در صنعت، مواد گوناگونی از آن تهیه می‌کنند که آمونیاک یکی از مهم‌ترین آنهاست. اکنون این پرسش مطرح است که از نیتروژن با واکنش پذیری ناچیز، چگونه شیمی‌دان‌ها آمونیاک و ترکیب‌های دیگر را تهیه می‌کنند. یافتن پاسخ این پرسش به اندازه‌ای اهمیت داشت که دانشمندی به نام **فریتس هابر** در سال ۱۹۱۸ میلادی به دلیل تهیهٔ آمونیاک از گازهای $H_2$ و $N_2$، برندهٔ جایزهٔ نوبل شیمی شد. هابر واکنش زیر را مبنای پژوهش‌های خود قرار داد:

$$3H_2(g) + N_2(g) \xrightarrow{\text{شرایط بهینه}} 2NH_3(g)$$

بزرگ‌ترین چالش هابر، یافتن شرایط بهینه برای انجام این واکنش بود، به‌طوری که:

در درس علوم دیدید که کشاورزان کودهای شیمیایی نیتروژن‌دار را به خاک می‌افزایند. یکی از این کودها، آمونیاک است که به‌طور مستقیم به خاک تزریق می‌شود.

① واکنش در دما و فشار اتاق انجام نمی‌شد.

راه حل چالش اول

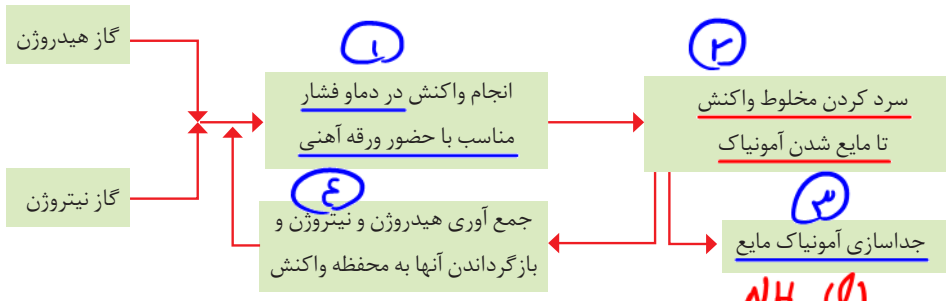
هابر واکنش میان گازهای هیدروژن و نیتروژن را بارها در دماها و فشارهای گوناگون انجام داد تا بتواند شرایط بهینه آن را پیدا کند. سرانجام دریافت که اگر مخلوط این گازها از روی یک ورقهٔ آهنی (کاتالیزگر) در دما و فشار مناسب عبور داده شود با انجام واکنش، مقدار قابل توجهی آمونیاک تولید می‌شود؛ اما همهٔ واکنش دهنده‌ها به فراورده تبدیل نخواهد شد؛ زیرا این واکنش برگشت‌پذیر است؛ با این توصیف در ظرف واکنش مخلوطی از سه گاز هیدروژن، نیتروژن و آمونیاک وجود دارد. اکنون هابر با مشکل دیگری روبه‌رو بود:

② چگونه می‌توان فراوردهٔ واکنش (آمونیاک) را از مخلوط واکنش جدا کرد.

راه حل چالش دوم

او با بررسی نقطهٔ جوش این مواد، راه حلی را برای جداسازی آمونیاک پیدا کرد. طرح زیر، راه‌حل هابر را نشان می‌دهد (نمودار ۲).

سرد کردن مخلوط واکنش و جداسازی آمونیاک




**نمودار ۲ـ** نمای تولید آمونیاک در صنعت به روش هابر

نقطهٔ جوش بیشتر

$NH_3 > N_2 > H_2$

| ماده | نقطه جوش (°C) |
|---|---|
| $H_2$ | -۲۵۳ |
| $N_2$ | -۱۹۶ |
| $NH_3$ | -۳۳ |

نقطهٔ جوش آمونیاک از گازهای $N_2$ و $H_2$ بالاتر است بنابراین با کاهش دما زودتر از گازها نیتروژن و هیدروژن مایع می‌شود.