

دوره فشرده یکاها و تبدیل یکاها

درس پنجم: تبدیل یکاها در شیمی

حسین شناور

دانشگاه فرهنگیان

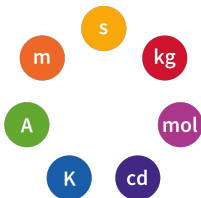


- این مجموعه درس به عنوان پروژه درس اقدام پژوهی (دانشگاه فرهنگیان - پردیس شهید بهشتی مشهد) آماده شده است. هدف از این مجموعه درس ارائه مدون مبحث یکاها و تبدیل یکاها در فیزیک، نجوم و شیمی است. برای رسیدن به این هدف، ما جزییات ریاضی این مبحث را نیز مرور کرده و تلاش می کنیم با مثال های زیاد موضوع را منتقل کنیم.
 - خواهشمندم هرگونه اشتباه نوشتاری، مفهومی و یا محاسباتی را به آدرس ایمیل من ارسال کنید تا در ویرایش های بعدی تصحیحات لازم اعمال شوند:
- h.shenavar@gmail.com
- از همفکری همکلاسی های گرامی، و استاد محترم درس سرکار خانم زنوزاده، سپاسگزارم.
 - برای ضبط این درس ها از نرم افزار *Zoom* استفاده شده است.

- ۱ تبدیل یکاها در شیمی
- مول: واحد مقدار ماده
 - تبدیل کمیت های شیمیایی

آنچه گذشت: یکاهای اصلی و فرعی

جدول ۱-۱ کمیت های اصلی و یکای آنها		
کمیت	نام یکا	نماد یکا
طول	متر	m
جرم	کیلوگرم	kg
زمان	ثانیه	s
دما	کلوین	K
مقدار ماده	مول	mol
جریان الکتریکی	آمپر	A
شدت روشنایی	کندلا (شمع)	cd



شکل ها از نت

ما برای همه کمیت های مهم یکا (واحد) تعریف خواهیم کرد؛ ولی تاکنون اثبات شده است که یکای همه کمیت های فیزیکی را می توان از هفت یکای اصلی طول، جرم، زمان، بار الکتریکی، دما، مقدار ماده و درخشندگی به دست آورد. بنابراین، ما در ابتدا این هفت کمیت اصلی را تعریف کرده و سپس کمیت های ثانویه را براساس آنها تعریف خواهیم کرد.

روش پیدا کردن واحد یک کمیت ثانویه: به جز کمیت هایی که یکای آنها با واحدهای اصلی نشان داده می شوند، کمیت های بسیار دیگری در علم وجود دارند که یکای آنها را می توان با ترکیبی (ضرب و تقسیم) از واحدهای اصلی ساخت. روش کلی چنین کاری بسیار آسان است:

- ۱ رابطه تعریف کننده کمیت فرعی را بنویسید.
- ۲ واحدهای به کار رفته در رابطه را بر حسب واحد های اصلی بنویسید.
- ۳ با ضرب و تقسیم واحدها، یکای کمیت فرعی را به دست آورید.

آنچه گذشت: ریاضیات تبدیل یکاها

1. $\frac{a}{b} \cdot \frac{c}{d} = \frac{ac}{bd}$	$\frac{2}{3} \cdot \frac{5}{7} = \frac{2 \cdot 5}{3 \cdot 7} = \frac{10}{21}$
2. $\frac{a}{b} \div \frac{c}{d} = \frac{a}{b} \cdot \frac{d}{c}$	$\frac{2}{3} \div \frac{5}{7} = \frac{2}{3} \cdot \frac{7}{5} = \frac{14}{15}$
3. $\frac{a}{c} + \frac{b}{c} = \frac{a+b}{c}$	$\frac{2}{5} + \frac{7}{5} = \frac{2+7}{5} = \frac{9}{5}$
4. $\frac{a}{b} + \frac{c}{d} = \frac{ad+bc}{bd}$	$\frac{2}{5} + \frac{3}{7} = \frac{2 \cdot 7 + 3 \cdot 5}{35} = \frac{29}{35}$
5. $\frac{ac}{bc} = \frac{a}{b}$	$\frac{2 \cdot 5}{3 \cdot 5} = \frac{2}{3}$
6. If $\frac{a}{b} = \frac{c}{d}$, then $ad = bc$	$\frac{2}{3} = \frac{6}{9}$, so $2 \cdot 9 = 3 \cdot 6$

تبدیل یکاها را با استفاده از روش تبدیل زنجیره ای می توان انجام داد. در این روش، داده ها به صورت پی در پی در ضریب های تبدیلی برابر با یک ضرب می شوند و یکاها، مانند کمیت های جبری، به گونه ای دست کاری می شوند که فقط یکاهای مطلوب باقی بمانند.

$$\frac{x}{y} = \frac{x}{a} \frac{a}{b} \frac{b}{c} \cdots \frac{q}{y}$$

Law	Example
1. $a^m a^n = a^{m+n}$	$3^2 \cdot 3^5 = 3^{2+5} = 3^7$
2. $\frac{a^m}{a^n} = a^{m-n}$	$\frac{3^5}{3^2} = 3^{5-2} = 3^3$
3. $(a^m)^n = a^{mn}$	$(3^2)^5 = 3^{2 \cdot 5} = 3^{10}$
4. $(ab)^n = a^n b^n$	$(3 \cdot 4)^2 = 3^2 \cdot 4^2$
5. $\left(\frac{a}{b}\right)^n = \frac{a^n}{b^n}$	$\left(\frac{3}{4}\right)^2 = \frac{3^2}{4^2}$
6. $\left(\frac{a}{b}\right)^{-n} = \left(\frac{b}{a}\right)^n$	$\left(\frac{3}{4}\right)^{-2} = \left(\frac{4}{3}\right)^2$
7. $\frac{a^{-n}}{b^{-m}} = \frac{b^m}{a^n}$	$\frac{3^{-2}}{4^{-5}} = \frac{4^5}{3^2}$

برای اینکه محاسبات مربوط به تبدیل یکاها را به درستی انجام دهیم باید،

۱ واحدها را به درستی بشناسیم.

۲ محاسبات کسری را به خوبی انجام دهیم.

۳ محاسبات توانی را به خوبی انجام دهیم.

۴ محاسبات مربوط به نمادگذاری علمی را به خوبی انجام دهیم.

$$x = a \times 10^n \quad \text{If: } 1 \leq a < 10 \quad \text{and} \quad n \in \mathbb{Z}$$

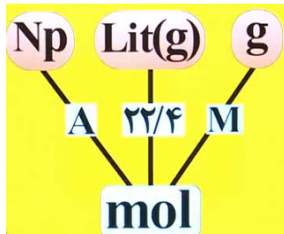
آنچه گذشت: پیشوندها

T = ترا	10^{12}
G = گیگا	10^9
M = مگا	10^6
k = کیلو	10^3
h = هکتو	10^2
da = دکا	10^1
مبداء	1
d = دسی	10^{-1}
c = سانتی	10^{-2}
m = میلی	10^{-3}
μ = میکرو	10^{-6}
n = نانو	10^{-9}
A = آنگستروم	10^{-10}
p = پیکو	10^{-12}

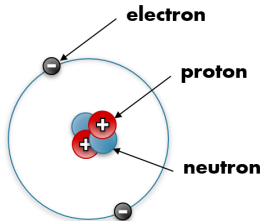
۱. یکاهای بین المللی به صورتی انتخاب شده اند که اندازه گیری های مربوط به زندگی روزمره را تسهیل کنند. ولی مقادیر اندازه گیری های علمی و صنعتی معمولاً بسیار بزرگتر (و یا بسیار کوچکتر) از کمیت های روزمره هستند. یکی از راه های غلبه بر این مشکل استفاده از پیشوندهاست. به جدول زیر دقت کنید.

۲. راه دیگر روبرو شدن با این مشکل، تعریف یکاهای جدید است به صورتی که این یکاها مناسب فیزیک مساله باشند. چنین رویکردی به بهترین نحو در نجوم اجرا شده است که در این جلسه قبل به آن پرداختیم.

۳. در این جلسه تبدیل واحدها در شیمی را مطالعه خواهیم کرد. برای اینکار نیاز داریم که مفهوم مول (مقدار ماده) را به درستی درک کنیم.



یادآوری از شیمی: عدد اتمی و عدد جرمی



Helium Atom



اتم ها از الکترون، پروتون و نوترون تشکیل شده اند.
ویژگی های هر اتم به وسیله دو عدد مشخص می شود: عدد اتمی و عدد جرمی.

عدد اتمی، که با Z نشان داده می شود، نشان دهنده تعداد واحدهای بار مثبت (یعنی تعداد پروتون ها) در هسته اتم است:
تعداد پروتون ها $Z =$

عدد جرمی، که با A نشان داده می شود، نشان دهنده تعداد کل پروتون ها و نوترون ها (که نوکلئون نامیده می شوند) می باشد:
تعداد پروتون ها + تعداد نوترون ها $A =$

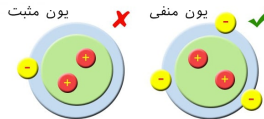
$$A = Z + \text{تعداد نوترون ها}$$

بنابراین شمار نوترون های موجود در هسته یک اتم را می توان با کم کردن عدد اتمی از عدد جرمی به دست آورد:
 $\text{تعداد نوترون ها} = A - Z$

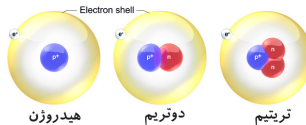
در نماد شیمیایی یک عنصر، عدد اتمی آن عنصر در قسمت پایین سمت چپ و عدد جرمی آن در قسمت بالا سمت چپ نوشته می شود.

یادآوری از شیمی: یون، ایزوتوپ و جرم اتمی

- تعداد الکترون ها و پروتون ها در یک اتم خنثی برابر است. ولی یک اتم می تواند الکترون بگیرد و از دست دهد. چنین اتمی را یون می نامیم. به دلیل اینکه تعداد الکترون های یک اتم می تواند تغییر کند، عدد اتمی را با تعداد پروتون (و نه الکترون) می سنجند.

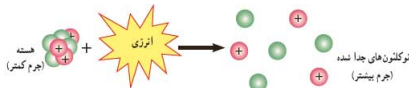
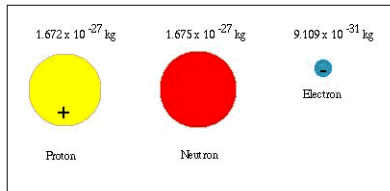
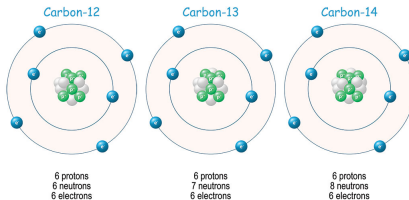


- ایزوتوپ: اتم ها با تعداد الکترون و پروتون برابر و شمار نوترون های متفاوت را ایزوتوپ می نامند.



- جرم اتمی یا جرم نسبی، جرم یک ذره اتمی، زیراتمی یا یک مولکول است. یکای جرم اتمی، یک دوازدهم جرم ایزوتوپ کربن ۱۲ (مطابق با جرم $12 \times 10^{-27} \text{ kg} = 1.66 \text{ amu}$) است.
- توجه: جرم اتمی یک ایزوتوپ، با عدد جرمی آن تفاوت دارد. عدد جرمی بنا به تعریف یک عدد طبیعی (۱, ۲, ۳ ...) است در حالی که جرم اتمی حقیقی ... ۲۶/۹۸, ۳۵/۴۵, ... است.

عدد جرمی و جرم اتمی متفاوت هستند.



عدد جرمی و جرم اتمی متفاوت هستند. چند دلیل برای این تفاوت مقدار وجود دارد:

جرم اتمی یک اتم میانگین مقادیر جرم ایزوتوپ های مختلف آن اتم است. دلیل اصلی تفاوت در عدد جرمی و جرم اتمی هم این نکته است.

ولی حتی اگر یک ایزوتوپ مشخص از یک اتم را در نظر بگیریم، باز هم مقادیر عدد جرمی و جرم اتمی متفاوت خواهند بود، زیرا جرم پروتون و نوترون یکسان نیست.

دلیل دیگر، انرژی بستگی نوکلئون ها (پروتون ها و نوترون ها) در هسته است. انرژی بستگی در هسته معرف کاری است که باید انجام داد تا هسته را به نوکلئون های جدا از هم تجزیه کرد. و یا بالعکس، انرژی بستگی انرژی است که هنگام تجمع نوکلئون های جدا از هم برای تشکیل یک هسته آزاد میشود.

مول

فهم درست تبدیل یکاها در شیمی به صورت اساسی به درک مفهوم مول بستگی دارد.

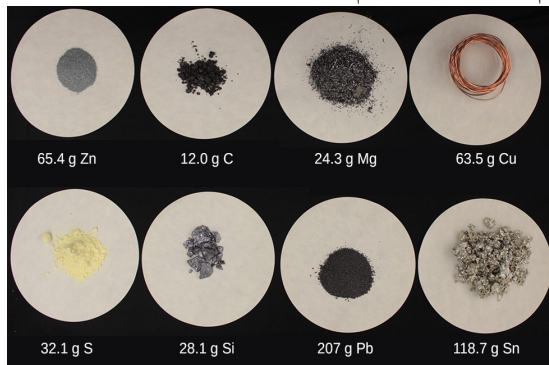
تعریف جدید مول (می ۲۰۱۹): یک مول از یک ماده مشخص حاوی دقیقا

$$N_A = 6,022,140,76 \times 10^{23}$$

ذره بنیادی (اتم، مولکول و ...) از آن ماده است. این عدد را عدد آووگادرو می گویند.

تعریف قدیم مول: مقداری از هر ماده است که تعداد ذرات بنیادی آن (مولکول، اتم و ...) برابر

با تعداد اتم های موجود در ۱۲ گرم از کربن-۱۲ می باشد.

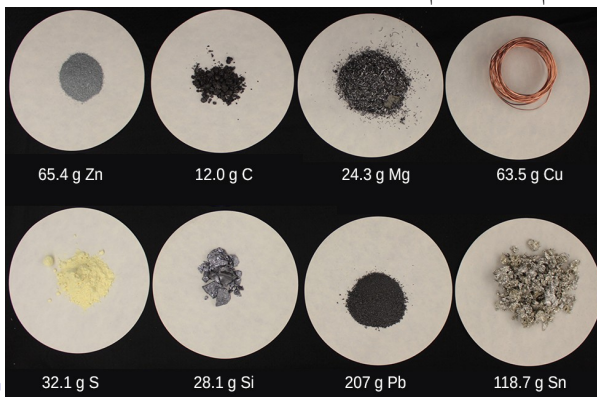


جرم مولی

جرم مولی جرم یک مول از ذرات یک ماده است. این کمیت را جرم مولار هم نامیده و آن را با M نشان می دهند.

توجه: در دستگاه بین المللی یکاها یکای پایه برای جرم مولی کیلوگرم بر مول (kg/mol) است؛ هرچند، معمولاً در شیمی از واحد g/mol استفاده می شود.

به مقادیر جرم مولی هر کدام از نمونه های زیر دقت کنید.



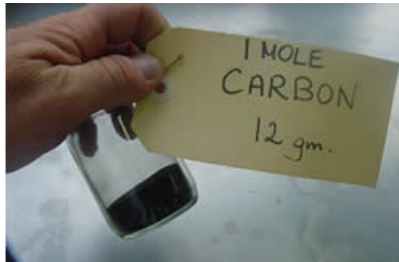
محاسبه جرم یک ذره با استفاده از مفهوم مول

- جرم یک ذره از یک ماده: با تقسیم مقدار جرم مولی بر عدد آووگادرو می توان جرم یک ذره را حساب کرد:

$$\text{جرم یک ذره (اتم، مولکول و ...)} = \frac{\text{جرم مولی}}{\text{عدد آووگادرو}} = \frac{M}{N_A}$$

- مثال: جرم مولی کربن برابر با $12 \frac{g}{mol}$ می باشد. بنابراین جرم یک اتم کربن برابر است با

$$\text{جرم یک اتم کربن} = \frac{M_C}{N_A} = \frac{12 \frac{g}{mol}}{6.02214076 \times 10^{23} \frac{1}{mol}} = 1.992647 \times 10^{-23} g$$



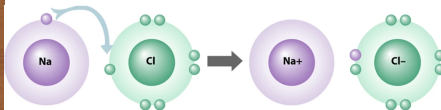
جرم مولی یک ترکیب را چگونه به دست آوریم؟

● فرض کنید یک مول سدیم ($M_{Na} = 23 \text{ g/mol}$) و یک مول کلر ($M_{Cl} = 35 \text{ g/mol}$) در اختیار داریم (مقادیر تقریبی هستند). سدیم و کلر می توانند با تشکیل پیوند یونی، نمک طعام بسازند. می خواهیم جرم مولی نمک خوراکی را به دست آوریم.

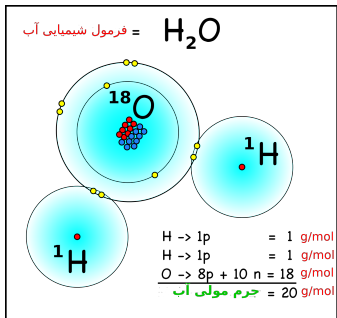
● پاسخ: هر اتم کلر با یک اتم سدیم ترکیب یونی تشکیل می دهد. بنابراین در شرایط ایده آل، همه اتم ها در یک مول سدیم با همه اتم ها در یک مول کلر ترکیب شده و یک مول سدیم کلرید (نمک خوراکی) تشکیل می دهند. جرم مولی نمک خوراکی برابر است با:

$$M_{NaCl} = 1 \times 23 \frac{\text{g}}{\text{mol}} + 1 \times 35 \frac{\text{g}}{\text{mol}} = 58 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$$

بنابراین یک مول نمک خوراکی تقریباً جرمی برابر با ۵۸ گرم خواهد داشت.



نگاهی دقیق تر به جرم مولی



می خواهیم جرم مولی آب را به دست آوریم. مولکول آب شامل دو اتم هیدروژن ($M_H = 1 \text{ g/mol}$) و یک اتم اکسیژن ($M_O = 16 \text{ g/mol}$) است. این اعداد به این معنا هستند که هر مول هیدروژن اتمی یک گرم و هر مول اکسیژن اتمی ۱۶ گرم وزن دارند. از آنجا که الکترون ها بسیار سبک هستند، جرم یک مول هیدروژن اتمی عملاً برابر با جرم پروتون های درون هسته اتم های هیدروژن است. جرم یک مول اکسیژن اتمی نیز عملاً برابر با مجموع جرم پروتون ها و نوترون های درون هسته های اتم اکسیژن است.

پاسخ: دو مول هیدروژن را با یک مول اکسیژن ترکیب می کنیم و آب بوجود می آید. جرم مولی آب برابر است با:

$$M_{H_2O} = 2 \times 1 \frac{\text{g}}{\text{mol}} + 1 \times 16 \frac{\text{g}}{\text{mol}} = 18 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$$

بنابراین یک مول آب تقریباً جرمی برابر با ۱۸ گرم خواهد داشت.

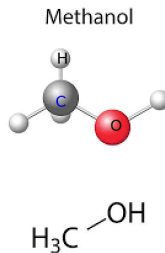
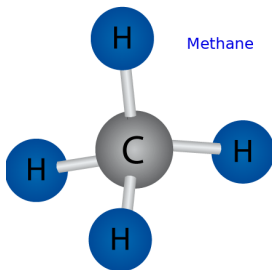
دو مثال دیگر از جرم مولی

- جرم مولی متان که ترکیبی از هیدروژن ($M_H = 1 \text{ g/mol}$) و کربن ($M_C = 12 \text{ g/mol}$) است را به دست آورید. پاسخ:

$$M_{CH_4} = 1 \times 12 \frac{\text{g}}{\text{mol}} + 4 \times 1 \frac{\text{g}}{\text{mol}} = 16 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$$

- جرم مولی متانول که ترکیبی از هیدروژن، اکسیژن و کربن ($M_C = 12 \text{ g/mol}$) است را به دست آورید. پاسخ:

$$M_{CH_3OH} = 1 \times 12 \frac{\text{g}}{\text{mol}} + 3 \times 1 \frac{\text{g}}{\text{mol}} + 16 \frac{\text{g}}{\text{mol}} + 1 \frac{\text{g}}{\text{mol}} = 32 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$$



پرانتر باز: جرم مولی و جرم اتمی

جرم اتمی برابر با جرم یک واحد مشخص ماده (اتم، مولکول و ...) در واحد اتمی است در حالی که جرم مولار برابر با تعداد 6.022×10^{23} ذره از آن ماده است و در واحد گرم و یا کیلوگرم اندازه گیری می شود.

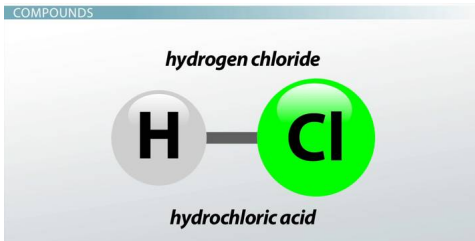
مثال: جرم اتمی و جرم مولار مولکول هیدروژن کلرید HCl را بیابید.

پاسخ: جرم اتمی مولکول هیدروژن کلرید

$$m_{HCl} = m_H + m_{Cl} = 1 \text{ amu} + 35.45 \text{ amu} = 36.45 \text{ amu}$$

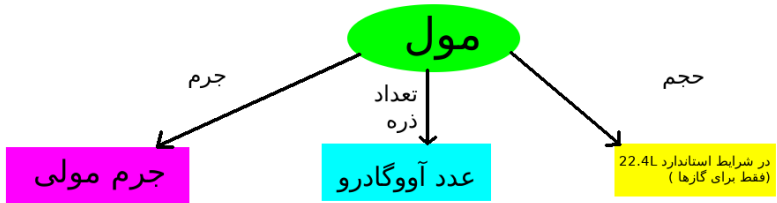
واحد اتمی جرم را با u و یا amu نشان می دهیم. جرم مولار مولکول هیدروژن کلرید

$$M_{HCl} = M_H + M_{Cl} = 1 \frac{g}{mole} + 35.45 \frac{g}{mole} = 36.45 \frac{g}{mole}$$



جمع بندی مفهوم مول

- یک مول مقدار مشخصی از ماده را نشان می دهد. این مقدار مشخص را می توان با یک تعداد مشخص از ذرات ماده (عدد آووگادرو) نشان داد. همچنین مواد مختلف جرم های مولی مخصوص به خود را دارند. به علاوه، همه گازها در دما و فشار استاندارد (صفر درجه سلسیوس و فشار یک اتمسفر) حجمی برابر با 22.4 لیتر را اشغال می کنند. شکل زیر را ببینید.



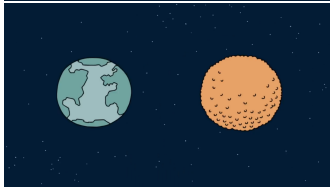
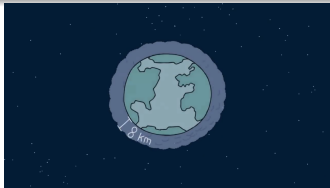
22.4L	هم ارز	به تعداد عدد آووگادرو	هم ارز	جرم مولی	هم ارز	یک مول
در شرایط استاندارد	است با	ذره از آن ماده	است با	از همان ماده	است با	از یک ماده
(فقط برای گازها)						

فراموش نکنیم

❶ عدد آووگادرو یک عدد بسیار بزرگ است. برای کار کردن با این عدد باید به نمادگذاری علمی و قوانین توان را به خوبی مسلط باشیم. درس دوم از این مجموعه را ببینید.



عدد آوگادرو چقدر بزرگ است؟



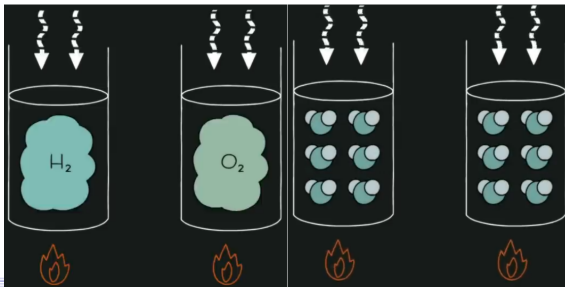
❶ اگر به تعداد عدد آوگادرو دونات داشته باشیم، می توانیم کره زمین را تا ارتفاع ۸ کیلومتری با دونات بپوشانیم!

❷ اگر به تعداد عدد آوگادرو توپ بسکتبال داشته باشیم، می توانیم یک سیاره به اندازه کره زمین با توپ های بسکتبال بسازیم!

❸ اگر به تعداد عدد آوگادرو پنی (یک سنت، معادل ۰/۰۱ دلار) در هنگام تولد داشته باشید، و هر ثانیه یک میلیون دلار خرج کنید، در سن صد سالگی همچنان ۹۹/۹۹٪ از پول شما باقی خواهد بود!

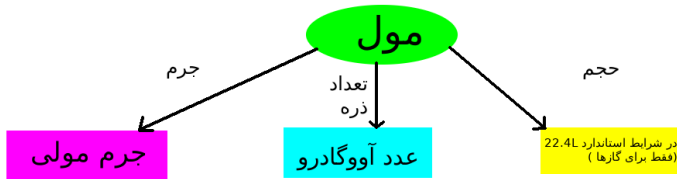
نکته تاریخی

- ❶ در سال ۱۸۱۱ آووگادرو این ایده را مطرح کرد که
اگر حجم یکسانی از چند نوع گاز در دما و فشار مشخص داشته باشید، آن حجم شامل تعداد
یکسانی از ذرات گاز خواهد بود.
- ❷ مثلاً اگر حجم یکسانی از گازهای اکسیژن O_2 و هیدروژن H_2 در دمای صفر درجه سانتی گراد
و فشار یک اتمسفر داشته باشیم، آنگاه هر دو نمونه شامل $۱۰^{۲۳} \times ۶/۰۲۲$ ذره خواهند بود.
- ❸ در آن روزگار ایده آووگادرو پذیرفته نشد زیرا ایده اتم ها و مولکول ها چندان قابل قبول نبود.
هرچند، بعدها و با تثبیت نظریه اتمی، عدد بالا به افتخار آووگادرو "عدد آووگادرو" نامیده شد.



مول و تبدیل واحدها در شیمی

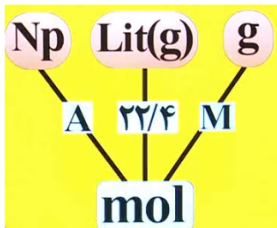
- درک مفهوم مول پایه درک تبدیل واحدها در شیمی است. شکل زیر را ببینید. دقت کنید که 22.4 L گاز معادل (هم ارز) جرم مولی از همان گاز است؛ ولی این دو برابر نیستند زیرا جرم و حجم ذاتا کمیت های متفاوتی هستند. به همین صورت، یک مول از یک ماده به تعداد عدد آووگادرو ذره در خود دارد و جرم مولی آن نیز معلوم است؛ ولی این تعداد ذره مساوی آن جرم نیست بلکه هم ارز آن است. به مثال های زیر دقت کنید.



یک مول از یک ماده	هم ارز است با	جرم مولی از همان ماده	هم ارز است با	به تعداد عدد آووگادرو ذره از آن ماده	هم ارز است با	22.4L در شرایط استاندارد (فقط برای گازها)
----------------------	------------------	--------------------------	------------------	---	------------------	--

ضرایب تبدیل مول: تبدیل مول به تعداد ذره

• برای پیدا کردن حجم یک گاز با استفاده از مقدار مولی آن، و یا جرم یک مقدار مشخص ماده با استفاده از مقدار مولی آن، و یا تعداد ذرات یک ماده با استفاده از مقدار مولی آن روش مشخصی وجود دارد:



• پیدا کردن تعداد ذره موجود در یک مقدار مشخص ماده با استفاده از مقدار مولی آن: فرض کنید n مول از ماده ای داشته باشیم. در این صورت تعداد ذرات ($Number\ of\ particles = N_p$) موجود در این مقدار ماده برابر است با:

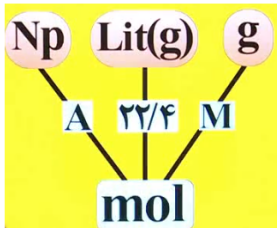
$$N_p = n N_A = n \times ۶,۰۲۲ \times ۱۰^{۲۳}$$

دقت کنید که $N_A = ۶,۰۲۲ \times ۱۰^{۲۳}$ همان عدد آووگادرو است. مثلا اگر $n = ۲,۵\ mol$ آب داشته باشیم، تعداد ذرات (مولکول ها) موجود در این مقدار آب برابر است با:

$$N_p = n N_A = ۲,۵\ mol \times ۶,۰۲۲ \times ۱۰^{۲۳} \frac{1}{mol} = ۱,۵ \times ۱۰^{۲۴}$$

به توازن واحد ها دقت کنید. تعداد ذره را در اکثر اوقات بدون واحد نشان می دهیم.

ضرایب تبدیل مول: تبدیل مول به جرم



• برای پیدا کردن حجم یک گاز با استفاده از مقدار مولی آن، و یا جرم یک مقدار مشخص ماده با استفاده از مقدار مولی آن، و یا تعداد ذرات یک ماده با استفاده از مقدار مولی آن روش مشخصی وجود دارد:

• پیدا کردن جرم یک مقدار مشخص ماده با استفاده از مقدار مولی آن: فرض کنید n مول از ماده ای با جرم مولی M داریم. در این صورت جرم این مقدار ماده، که آن را با m نشان می دهیم، برابر است با:

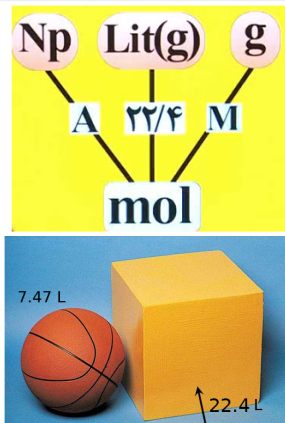
$$m = n M$$

مثلا اگر $n = ۲٫۵ \text{ mol}$ آب داشته باشیم، با توجه به اینکه جرم مولی آب $M_{H_2O} = ۱۸ \text{ g/mol}$ است، جرم این مقدار آب برابر است با:

$$m = n M = ۲٫۵ \text{ mol} \times ۱۸ \frac{\text{g}}{\text{mol}} = ۴۵ \text{ g}$$

به توازن واحد ها دقت کنید.

ضرایب تبدیل مول: تبدیل مول گاز به حجم گاز



برای پیدا کردن حجم یک گاز با استفاده از مقدار مولی آن، جرم یک مقدار مشخص ماده با استفاده از مقدار مولی آن و تعداد ذرات یک ماده با استفاده از مقدار مولی آن روش مشخصی وجود دارد:

پیدا کردن حجم یک مقدار مشخص "گاز" با استفاده از مقدار مولی آن: فرض کنید n مول از گازی در دما و شرایط متعارفی داریم. با توجه به اینکه آزمایش ها نشان داده اند که هر مول گاز در این شرایط $۲۲/۴$ L حجم دارد، حجم ($Volume$) گاز مورد اشاره برابر است با:

$$V = n \times ۲۲/۴$$

مثلا اگر $n = ۲/۵$ mol هیدروژن در شرایط استاندارد داشته باشیم، حجم این مقدار هیدروژن برابر است با:

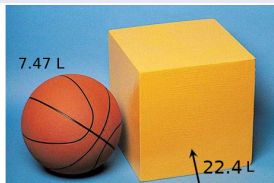
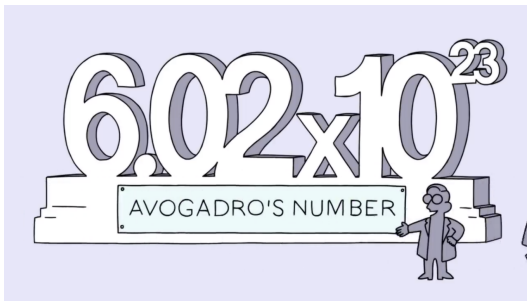
$$V = n \times ۲۲/۴ = ۲/۵ \text{ mol} \times ۲۲/۴ \frac{\text{L}}{\text{mol}} = ۵۶/۰ \text{ L}$$

به توازن واحد ها دقت کنید.

دقت کنید که این رابطه فقط برای گازها برقرار است. مثلا حجم یک مول آب برابر ۱۸ mL است و به وضوح $۲۲/۴ \text{ L}$ نیست!

توجه، توجه

- توجه: معمولا در مسائل حجم مولی گازها و عدد آوگادرو داده نمی شوند، زیرا اینها ثابت هستند. ولی جرم مولی مواد همیشه به عنوان داده ورودی مشخص می شود.



جمع بندی روابط

- اگر مقدار n مول ماده خالص به جرم m (و جرم مولی معلوم M) داشته باشیم، داریم

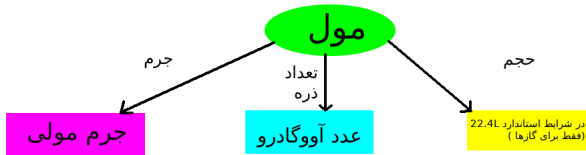
$$n = \frac{m}{M} = \frac{N_p}{6.022 \times 10^{23}}$$

که در آن N_p تعداد ذرات موجود در ماده است.

- اگر مقدار n مول گاز خالص به جرم m (و جرم مولی معلوم M) و حجم V داشته باشیم،

$$n = \frac{m}{M} = \frac{N_p}{6.022 \times 10^{23}} = \frac{V}{22.4L}$$

- نکته: در برخی مسائل مقدار جرم داده شده و مقدار حجم (گاز) خواسته شده است. برای اینکار باید اول مقدار مول را یافته و سپس مقدار حجم را بیاییم و



یک مول از یک ماده	هم ارز است با	جرم مولی از همان ماده	هم ارز است با	به تعداد عدد آووگادرو ذره از آن ماده	هم ارز است با	22.4L در شرایط استاندارد (فقط برای گازها)
----------------------	------------------	--------------------------	------------------	---	------------------	--

مثال

- نمونه ای از منیزیم خالص، به تعداد $۱۰^{۲۴} \times ۲/۴$ اتم داریم. اگر جرم مولی منیزیم برابر $M_{Mg} = ۲۴/۳ \text{ g/mol}$ باشد، مقدار مول موجود و جرم آن را به دست آورید.

پاسخ: مقدار مول موجود $n = \frac{N_p}{۶/۰ \times ۱۰^{۲۳}} = \frac{۲/۴ \times ۱۰^{۲۴}}{۶/۰ \times ۱۰^{۲۳}} = ۴ \text{ mol}$

حالا می توان جرم نمونه را نیز به دست آورد:

$$n = \frac{m}{M} \Rightarrow m = n M = ۴ \text{ mol} \times ۲۴/۳ \frac{\text{g}}{\text{mol}} = ۹۷/۲ \text{ g}$$

- نمونه ای از هلیوم خالص، که در شرایط استاندارد نگهداری می شود، جرمی برابر ۱۰۰ g دارد. جرم مولی هلیوم برابر $M_{He} = ۴ \text{ g/mol}$ می باشد. مقدار مول و حجم این نمونه هلیوم را به دست آورید.

پاسخ: مقدار مول موجود $n = \frac{m}{M} = \frac{۱۰۰}{۴} = ۲۵ \text{ mol}$

حالا می توان حجم نمونه را نیز به دست آورد:

$$n = \frac{V}{۲۲/۴} \Rightarrow V = ۲۲/۴ n = ۲۵ \text{ mol} \times ۲۲/۴ \frac{\text{L}}{\text{mol}} = ۵۶۰ \text{ L}$$

نکات مهم این درس

انتظار این است که در انتهای این درس شما بتوانید نکات اساسی تبدیل یکاها در شیمی را بیان کنید. برای اینکار لازم است بتوانید به سوال های زیر پاسخ دهید:

۱ عدد اتمی و عدد جرمی در هر اتم چه مقادیری را نشان می دهند. در نماد شیمیایی یک عنصر هر کدام از این اعداد در کجا قرار می گیرند؟

۲ یون چیست؟ ایزوتوپ چیست؟

۳ جرم اتمی (یا همان جرم نسبی) چیست؟

۴ چرا مقادیر جرم اتمی و عدد جرمی متفاوت هستند؟

۵ تعاریف جدید و قدیم مول را بیان کنید.

۶ جرم مولی چیست؟

۷ رابطه بین جرم اتمی و جرم مولی چیست؟

۸ جرم یک ذره (اتم، مولکول و ...) از یک ماده خالص را چطور می توان به دست آورد؟

۹ جرم مولی یک ترکیب را چطور می توان به دست آورد؟

۱۰ میزان بزرگی عدد آووگادرو را با یک مثال بیان کنید.

۱۱ منظور از شرایط متعارفی (استاندارد) گازها چیست؟ حجم یک مول گاز در شرایط متعارفی چقدر است؟

۱۲ تعداد ذرات موجود در n مول ماده چقدر است؟

۱۳ مقدار جرم موجود در n مول ماده چقدر است؟

۱۴ حجم n مول گاز در دما و فشار متعارفی چقدر است؟

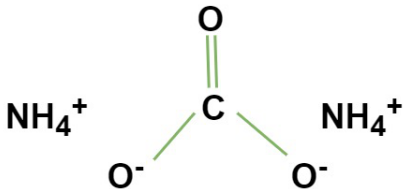
۱۵ سه رابطه اساسی میحث مول را به صورت جمع بندی شده بنویسید.

اگر درباره هر کدام از مفاهیم یاد شده بالا مشکلی احساس می کنید، لطفا درس را یک بار دیگر مرور کنید.

فراموش نکنیم که بهترین راه برای درک و ” درونی سازی ” مفاهیم ریاضی، فیزیک و شیمی حل مساله است. به همین دلیل سعی کنید دانسته های خود را با حل سوالات زیر محک زده و تقویت کنید.

تمرین

۱ جرم یک مول کربنات آمونیوم $(NH_4)_2CO_3$ را تعیین کنید. جرم مولی نیتروژن اتمی 14 g/mol است.



۲ تعداد مول های موجود در 140 g گاز نیتروژن مولکولی N_2 را بیابید. حجم این گاز در شرایط متعارفی چقدر است؟

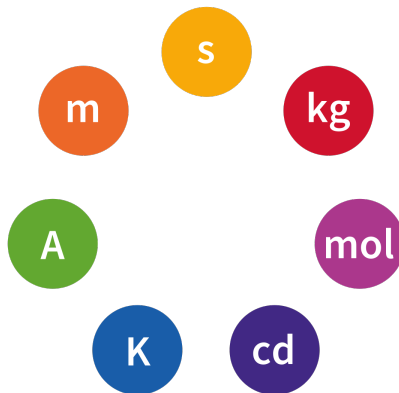
۳ جرم یک مولکول آب در واحدهای بین المللی SI چقدر است؟

۴ ده لیتر گاز با چگالی 2 g/mL چند گرم جرم دارد؟

۵ چهل گرم از ماده ای معادل 35% مول از آن ماده است. جرم مولی این ماده چند گرم است؟

مباحث بعدی: ادامه تبدیل یکاها در فیزیک

در اینجا بخش اصلی دوره تبدیل یکاها به اتمام می رسد. هرچند، در ادامه تبدیل یکاها در بخش های مختلف فیزیک (الکترومغناطیس، ترمودینامیک، فیزیک اتمی، هسته ای و ذرات بنیادی) را به صورت مفصل بحث خواهیم کرد. به علاوه، درک مبحث تحلیل ابعادی می تواند به فهم مباحث تبدیل یکاها کمک کند. بنابراین مبحث تحلیل ابعادی را نیز در آینده (در بخشی جداگانه) بررسی خواهیم کرد.



مراجع

- ۱ کتاب شیمی عمومی ۱ اثر چارلز مورتمیر، ترجمه عیسی یآوری، نشر علوم دانشگاهی، ۱۳۸۰
- ۲ یکاها و ابعاد کمیت های فیزیکی، نوشته ال. ای. سنا، ترجمه مسعود میرشکار، مرکز نشر دانشگاهی، ۱۳۶۶
- ۳ مبانی فیزیک هالیدی، رزنیک، واکر، ویرایش دهم، ترجمه گلستانیان-بهار، انتشارات مبتکران، ۱۳۹۷
- ۴ Halliday, David, Robert Resnick, and Jearl Walker; Fundamentals of physics, 10th edn. John Wiley & Sons, 2014.
- ۵ Halliday, D., R. Resnick, and K. S. Krane. "Physics, 5th edn." (2002).
- ۶ Ohanian, Hans C., and John T. Markert. Physics for engineers and scientists, 3th edn. 2007.
- ۷ Young, Hugh D., Roger A. Freedman, and Albert Lewis Ford. Sears and Zeman-sky's university physics, 13th edn. Pearson education, 2006.

با سپاس از توجه شما،
لطفا ما را در شبکه های
اجتماعی دنبال کنید.

