



راضیه بنکدارسخی

معلم شیمی منطقه ۱۲ تهران

چکیده

آموزش مفهوم مول اغلب با دشواری‌هایی همراه است. شاید برای این که این مطلب معمولاً به شیوه سخنرانی به دانش‌آموزان آموزش داده می‌شود و تصور درستی از مفهوم مول را در آن‌ها ایجاد نمی‌کند. در این مقاله فعالیتی دو مرحله‌ای ارایه می‌شود که به‌طور گام‌به‌گام دانش‌آموزان را هدایت می‌کند تا با کشف موضوع درس، مفهوم مول و جرم مولی را درک کنند و تبدیل گرم به مول و برعکس آن را فراگیرند. در ادامه آن‌ها می‌توانند با مقایسه هم‌ارز مولی مواد گوناگون، اندازه یا بزرگی یک مول از مواد مختلف را دریابند.

مقدمه

یکی از روش‌های تدریس دانش‌آموز محور این است که اطلاعات مورد نیاز را از پیش آماده کنیم و در اختیار دانش‌آموزان قرار دهیم. سپس از آن‌ها بخواهیم تا با مطالعه مطلب و پیروی از دستور کار داده شده، موضوع درس را کشف کنند و آن را یاد بگیرند. اگر در تنظیم اطلاعاتی که به آن‌ها داده می‌شود توجه آن‌ها را به نمونه‌هایی در پیرامونشان جلب کنیم می‌توانیم انگیزه آن‌ها را برای یادگیری افزایش دهیم. در این مقاله، نمونه‌ای ارایه شده است که در آن دانش‌آموزان به کمک موضوع سمی بودن سرب - که مشکل شهرهای صنعتی کشور ما نیز هست - وارد موضوع درس می‌شوند. معلمان می‌توانند با توجه به محیط زندگی، از نمونه‌های مناسب دیگر استفاده کنند و به آموزش مفهوم مول و جرم مولی بپردازند.

هدف

آشنایی با مفهوم مول و محاسبه جرم مولی

انتظارات عملکردی

- انتظار می‌رود پس از ارایه درس، دانش‌آموزان بتوانند:
- ✓ جرم مولی ترکیب‌ها را محاسبه کنند.
 - ✓ تبدیل مول به گرم و عکس آن را انجام دهند.

زمان: یک جلسه آموزشی (۹۰ دقیقه)

کلیدواژه‌ها:

مول، جرم مولی، هم‌ارز مولی.

۷ اندازه یا بزرگی مول مواد گوناگون را درک کنند.

آنچه روی می‌دهد

دانش‌آموزان با مطالعه مطلبی که از پیش برایشان آماده شده است با مفهوم مول و جرم مولی آشنا می‌شوند. پس از آن، طی یک فعالیت دو مرحله‌ای، نخست جرم مولی چند ماده را به دست می‌آورند و سپس با مقایسه اندازه بزرگی این مواد، تصویری از هم‌ارز مولی مواد گوناگون پیدا می‌کنند.

مواد و وسایل مورد نیاز

برگه‌های کار به تعداد گروه‌ها، ۱۴ قوطی آلومینیومی خالی نوشابه، ۵۶ گرم سوزن یا میخ آهنی، ۱۰۰ گرم نمک خوراکی، ۲۵۰ mL آب، ترازو برای هر ایستگاه، بشر برای وزن کردن آب، شیشه ساعت برای وزن کردن مواد جامد، استوانه مدرج ۵۰ میلی‌لیتری، حبه قند یا شکر حدود ۵۰۰ گرم.

پیش از آغاز تدریس

چند ایستگاه در کلاس آماده کنید. در هر ایستگاه یک مول از مواد مختلف مانند سوزن (یا میخ آهنی)، شکر، نمک و آب بگذارید. تعداد ایستگاه‌ها باید با توجه به فضا و امکانات موجود در کلاس تعیین شود.

آغاز کنید

مطلبی را که از پیش آماده شده است به دانش‌آموزان بدهید تا آن را مطالعه کنند. در این مدت شما باید به پرسش‌های آن‌ها پاسخ دهید، آن‌ها را راهنمایی کنید و سپس چند نمونه به آن‌ها نشان دهید و پرسش‌هایی مانند نمونه‌های ارائه شده مطرح کنید. نمونه‌ای از مطلب و پرسش‌های مربوط به آن به این قرار است:

مول چیست؟

سرب ماده‌ای بسیار سمی است که بدن جانداران می‌تواند آن را جذب کند. اتم‌های سرب با دخالت در فرایندهای طبیعی بدن

جاندار باعث اختلال در دستگاه عصبی وی می‌شوند. فرض کنید شما در معرض ۱۰۰ گرم سرب II کربنات، $(PbCO_3)$ و ۱۰۰ گرم سرب II کلرید $(PbCl_2)$ قرار بگیرید. هر دوی این مواد سمی‌اند. اما کدام یک از آن‌ها سلامتی شما را بیش‌تر تهدید می‌کند؟

برای پاسخ دادن به این پرسش شما باید جرم یک مول از این ترکیب‌ها را بدانید. برای تبدیل مقدار جرم یک ماده به مول آن باید به دو نکته توجه کنید؛

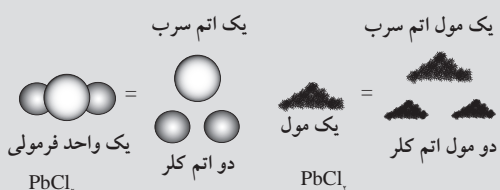
- جرم مولی ترکیب‌ها

- مقایسه ارزش‌های مولی با یکدیگر

آ- جرم مولی

هر ماده، با یکا یا واحد ویژه‌ای شمارش می‌شود مانند، جین، میلیون یا مول. برای نمونه، یک جین جوراب یعنی ۱۲ جفت جوراب که هر جفت آن شامل دو لنگه جوراب است. به همین ترتیب شما می‌توانید اتم‌های سرب را در ترکیبی از آن بشمارید. برای این کار شما باید جرم مولی ترکیب را محاسبه کنید. جرم مولی یک ترکیب با جمع کردن جرم مولی هر اتم در مولکول یا در واحد فرمولی آن ترکیب به دست می‌آید. برای نمونه، هر واحد فرمولی از ترکیب $PbCl_2$ شامل یک اتم سرب و دو اتم کلر است. پس یک مول از این ترکیب، ۱ مول سرب و ۲ مول کلر دارد

جرم یک مول سرب و یک مول کلر به



ترتیب ۲۱/۲۷۰ و ۴۵/۳۵ گرم بر مول است. بنابراین جرم یک مول $PbCl_2$ به این ترتیب به دست می‌آید:

$$2 \times (35/45) + 207/2 = 278/1 \text{ g/mol}$$

برای $PbCO_3$ نیز به همین ترتیب خواهیم

بادکنک پر از گاز کربن دی اکسید و ۱۶ عدد میخ آهنی داریم.

- کدام یک جرم بیش تری دارد؟
- کدام یک شامل تعداد اتم بیش تری است؟
- کدام یک، تعداد مول بیش تری دارد؟

کشف موضوع (۲۰ دقیقه)

برگه های کار را به دانش آموزان بدهید و خلاصه ای از روش کار را برایشان بگویید. در بخش نخست، دانش آموزان باید به طور انفرادی کار کنند و در بخش بعدی همراه با گروه خود به فعالیت بپردازند. نمونه برگه کار در پی آمده است.

برگه کار

بخش نخست - جرم مولی

۱. به کمک جدول تناوبی، ستون دوم جدول ۲ را کامل کنید. (ستون چهارم باید در بخش دوم فعالیت کامل شود).

جدول ۲

فرمول شیمیایی	جرم مولی (g/mol)	مول از:	برابر است با:
Cu (s)	۶۳/۵۵	اتم های مس	۱۵/۲۴m سیم مسی شماره ۲۰
O _۲ (g)	۳۲/۰۰	مولکول های O _۲	۲۲/۴L گاز O _۲ در شرایط STP ... قوطی
Al (s)		اتم های Al	... mL
H _۲ O (l)		مولکول های H _۲ O	۲۲/۴L گاز He در شرایط STP
He (g)		اتم های He	... پیمانه
NaCl (s)		واحد های NaCl	۱۴/۷ mL
He (l)		اتم های Hg	... سوزن
*Fe (s)		اتم های Fe	... حبه
C _{۱۱} H _{۲۲} O _{۱۱}		مولکول های قند	

* پاسخ ها، بسته به وزن سوزن ها متفاوت است.

۲. ۶۳/۵۵g مس شامل چند اتم مس است؟
۳. معنی این جمله چیست: «جرم مولی مس بیش تر از جرم مولی آلومینیم است»؟
۴. کدام یک تعداد مول بیش تری دارد: یک گرم آلومینیم یا یک گرم جیوه؟ پاسخ خود را توضیح دهید.
۵. توضیح دهید که جرم مولی قند چگونه محاسبه می شود.
۶. چرا در این جدول، برای NaCl از «واحد NaCl» استفاده شده است؟

داشت:

$$207/2 + 12/01 + 3(16/00) = 267/2 \text{ g/mol}$$

ب - مقایسه هم ارزهای مولی

یک مول از مواد - جامد یا مایع - مقداری از آن ماده است که شما می توانید به آن دسترسی پیدا کنید. جدول ۱، هم ارز مولی چند ماده را نشان می دهد.

جدول ۱

فرمول ماده	جرم مولی (g/mol)	مول از:	برابر است با:
O _۲ (g)	۳۲/۰۰	مولکول های اکسیژن	۲۲/۴L گاز اکسیژن
Al (s)	۲۶/۹۸	اتم های آلومینیم	دو قوطی خالی نوشابه
H _۲ O (l)	۱۸/۰۱	مولکول های آب	۱۸mL آب ۴°C
He (g)	۴/۰۰	اتم های هلیوم	۲۲/۴L گاز هلیوم
NaCl (s)	۵۸/۴۴	واحد های سدیم کلرید	۱ قنجان نمک
C _{۱۱} H _{۲۲} O _{۱۱}	۳۴۲/۲۳	مولکول های قند	۱۱۴ حبه قند*

* تعداد حبه قند به اندازه هر حبه بستگی دارد. حبه قندها باید یک اندازه باشند.

سرب II کربنات، رنگدانه سفیدی است که به سرعت خشک می شود و لایه درخشان و بادوامی تشکیل می دهد که برای خط کشی کردن پیاده روها مناسب است اما به علت سمی بودن سرب، برای رنگ کردن دیوارها و وسایل خانه کاربرد ندارد.

کدام یک از این دو ترکیب سمی تر است؟

اکنون جرم مولی PbCl_۲، Pb(CO_۳)_۲ و سرب را با هم مقایسه کنید. جرم مولی این مواد به ترتیب ۲۷۸/۱، ۲۶۷/۲ و ۲۰۷/۲ گرم بر مول است. سرب نسبت به دو ماده دیگر، جرم مولی کم تری دارد پس یک گرم سرب شامل تعداد مول سرب بیش تری است. بنابراین سمی تر از دو ماده دیگر است. در این مقایسه، Pb(CO_۳)_۲ پس از سرب قرار می گیرد و سمیت PbCl_۲ از همه کم تر است.

توجه: در زندگی روزانه، از یکای مول استفاده نمی شود. برای نمونه، «یک مول سکه ۱۰۰ ریالی» یا «یک مول دانه شن» کاربرد ندارد.

نمونه پرسش ها

دو قوطی خالی آلومینیمی نوشابه، یک

آموزش مفهوم مول اغلب با دشواری هایی همراه است. شاید برای این که این مطلب معمولاً به شیوه سخنرانی به دانش آموزان آموزش داده می شود و تصور درستی از مفهوم مول را در آن ها ایجاد نمی کند

بخش دوم - هم‌ارز مولی

۱. در کلاس، ایستگاه‌هایی برای وزن کردن

مواد ایجاد شده است. در هر ایستگاه یک مول از یک نمونه وجود دارد. گروه‌ها باید به نوبت به این ایستگاه‌ها بروند و یک مول نمونه موجود در آن‌ها را وزن کنند.

۲. تعیین کنید که هر یک از نمونه مواد، شامل چه مقدار از آن ماده است؟ این مقادارها را در ستون چهارم جدول ۲ بنویسید و به این پرسش‌ها پاسخ دهید.



پرسش

۱. چند مول آلومینیم برای تهیه ۶ قوطی نوشابه آلومینیمی لازم است؟

۲. چه تعداد سوزن آهنی $223/40\text{g}$ آهن دارد؟

۳. حجم ۲۵ مول مولکول آب چه قدر است؟

۴. کدام یک تعداد مولکول بیش‌تری دارد: یک گرم آب یا یک گرم قند؟ توضیح دهید.

۵. اگر نوجوانان به‌طور متوسط ۲۱۲ قوطی نوشابه در سال بنوشند، دانش‌آموزان مدرسه شما در یک سال چه تعداد قوطی نوشابه دور می‌ریزند؟ این مقدار، با چند مول و چند گرم Al برابر است؟

پاسخ پرسش‌های برگه کار

بخش نخست

۱. پرکردن ستون دوم جدول ۲:

برابر است با:	مول از:	جرم مولی g/mol	فرمول شیمیایی
	اتم‌های مس Cu		Cu (s)
	مولکول‌های O_2		O_2 (g)
۲ قوطی	اتم‌های Al	۲۶/۹۸	Al (s)
۱۸ میلی‌لیتر آب	مولکول‌های H_2O	۱۸/۰۲	H_2O (l)
	اتم‌های He	۴/۰۰	He (g)
۱/۴ پیمانه	واحد‌های NaCl	۵۸/۴۴	NaCl (s)
	اتم‌های Hg	۲۰۰/۶	Hg (l)
۲۸ سوزن	اتم‌های Fe	۵۵/۸۵	*Fe (s)
۱۱۴ حبه	مولکول‌های قند	۳۴۲/۳	$C_{11}H_{22}O_{11}$

کنید، آن‌ها را راهنمایی کرده، به پرسش‌های آن‌ها پاسخ دهید و براساس فعالیت‌شان به آن‌ها امتیاز دهید. از آن‌ها بخواهید اطلاعاتی که از راه مشاهده به دست آورده و در جدول قرار داده‌اند با گروه‌های دیگر مقایسه کنند. اگر تعداد دانش‌آموزان زیاد است و هر گروه فرصت انجام همه فعالیت‌ها را ندارد، برای هر گروه تنها یک نمونه در نظر بگیرید. سپس از هر گروه بخواهید اطلاعات به دست آمده را به گروه‌های دیگر بدهد. اما هر گروه باید به تنهایی به پرسش‌های فعالیت‌ها پاسخ دهد. پس از انجام فعالیت به کمک دانش‌آموزان پاسخ‌های پرسش‌ها را بررسی و درس را جمع‌بندی کنید.

نکته‌های کلیدی و جمع‌بندی

- جرم مولی ماده با توجه به فرمول آن و با کمک جدول تناوبی، از جمع کردن جرم اتمی عنصرهای تشکیل دهنده ماده به دست می‌آید.
- به‌طور معمول یک مول از هر جامد یا مایع مقداری از ماده است که می‌توان به آن دسترسی پیدا کرد.
- یک مول از هر گاز به شرط آن‌که دما و فشار استاندارد باشد حجمی معادل ۲۲/۴ لیتر دارد. این مقدار بیش‌تر از حجم یک مول جامد یا مایع است زیرا ذرات گاز از یک دیگر فاصله زیادی دارند.
- با کمک جرم مولی مواد می‌توان جرم و مول یک ماده را به یک‌دیگر تبدیل کرد.

سنجش کنید (۵ دقیقه)

کدام یک جرم بیش‌تری دارد:

- یک مول گاز کربن دی‌اکسید، CO_2 یا یک مول گاز اکسیژن، O_2 ؟ در دمای اتاق حجم کدام یک بیش‌تر است؟

کار در منزل

از دانش‌آموزان بخواهید به کمک جدول تناوبی، جرم مولی گازهای موجود در هوا را محاسبه کنند و تعیین کنند که یک گرم کدام یک از این گازها شامل تعداد ذرات کم‌تری است؟

۲. $10^{23} \times 6/022$ اتم مس

۳. اتم‌های مس سنگین‌تر از اتم‌های آلومینیم هستند. اگر به تعداد برابر از اتم‌های مس و آلومینیم وزن کنیم نمونه مس سنگین‌تر از نمونه آلومینیم می‌شود.

۴. تعداد مول یک گرم آلومینیم از یک گرم جیوه بیش‌تر است. اتم‌های آلومینیم سبک‌تر از اتم‌های جیوه هستند. بنابراین تعداد بیش‌تری از اتم‌های آلومینیم لازم است تا وزن آن به یک گرم برسد.

۵. برای تعیین جرم مولی قند کافی است که جرم مولی اتم‌های تشکیل دهنده آن را با هم جمع کنیم.

۶. سدیم کلرید یک ترکیب یونی است و به شکل مولکول یا اتم نیست بلکه شبکه‌ای از یون‌های سدیم و کلرید است.

بخش دوم

۱. دو قوطی خالی نوشابه برابر یک مول آلومینیم است. بنابراین ۶ قوطی، معادل ۳ مول آلومینیم است.

۲. $223/40$ چهار برابر $55/85$ است. اگر وزن ۲۸ عدد سوزن $55/85$ گرم باشد بنابراین چهار برابر این تعداد یعنی ۱۱۲ عدد سوزن معادل $223/40$ گرم آهن است.

۳. اگر یک مول آب تقریباً ۱۸ میلی‌لیتر حجم داشته باشد ۲۵ مول آب، ۲۵ برابر این مقدار، یعنی ۴۵۰ میلی‌لیتر حجم دارد.

۴. یک گرم آب تعداد مولکول‌های بیش‌تری نسبت به قند دارد. جرم یک مول آب نسبت به قند کم‌تر است بنابراین تعداد مولکول‌ها در یک گرم آب بیش‌تر است.

۵. برای یک مدرسه ۴۰۰ نفری تعداد کل قوطی آلومینیم برای یک سال ۸۴۸۰۰ است. هر دو قوطی معادل یک مول است. بنابراین در یک سال ۴۲۴۰۰ مول یا تقریباً 1144 kg اتم آلومینیم دور ریخته می‌شود.

نظارت بر رویدادها

هنگام فعالیت، بر کار دانش‌آموزان نظارت

در هر ایستگاه یک مول از یک نمونه وجود دارد. گروه‌ها باید به نوبت به این ایستگاه‌ها بروند و یک مول نمونه موجود در آن‌ها را وزن کنند