مول و عدد آووگادرو:

چون وزن اتمی فلوئور ۱۹ و از آن هیدروژن ۱ است، سنگینی یک اتم فلوئور ۱۹ برابر یک اتم هیدروژن خواهد بود. حال اگر ۱۰۰ اتم فلوئور و ۱۰۰ اتم هیدروژن را در نظر بگیریم، جرم مجموع اتمهای فلوئور ۱۹ برابر جرم مجموع اتمهای هیدروژن می‌شود. پس جرمهای هر دو نمونه فلوئور و هیدروژن که عده اتمهای آنها برابر باشد همان نسبت ۱۹ به ۱، یعنی نسبت وزنهای اتمی آنها، خواهد بود.

اکنون فرض کنید که $19\,g$ فلوئور و $1\,g$ هیدروژن داشته باشیم. این دو مقدار برحسب گرم و از لحاظ عددی برابر وزنهای اتمی این دو عنصر است. چون جرمهای این دو نمونه نسبت ۱۹ به ۱ دارد، نمونه‌ها باید شامل تعداد اتمهای مساوی باشند. (در واقع، نمونه‌ای از هر عنصر که جرم آن برحسب گرم عددی برابر با وزن اتمی آن عنصر باشد، شامل این عده اتمهای یکسان خواهد بود.

این عدد را، به افتخار آمدو آووگادرو، عدد آووگادرو می‌نامند. آووگادرو نخستین کسی بود که رفتار گازها در واکنشهای شیمیایی را برحسب عده مولکولهای واکنش‌دهنده، توضیح داد (بخش .) مقدار عدد آووگادرو با آزمایش معین شده و تا شش رقم با معنی عبارت است از 6.02205×10^{23}.

مقدار ماده خالصی که شامل عدد آووگادرو واحد اصلی باشد یک مول ($mole$ و به اختصار mol) نامیده می‌شود که یک واحد اصلی SI است. تعریف مول مقدار ماده خالصی است که تعداد واحدهای مستقل اصلی آن دقیقاً برابر با تعداد اتمهای g ۱۲ کربن $^{12}_{6}C$ باشد.

پس، نمونه‌ای از یک عنصر که جرم آن برحسب گرم از لحاظ عددی برابر با وزن اتمی آن عنصر باشد، شامل یک مول از اتمهای آن عنصر، یعنی شامل عدد آووگادرو اتم است.

مثلاً وزن اتمی بریلیم ۹/۰۱۲۱۸ است. بنابراین،

اتم بریلیم $9.01218g\,Be = 1mol\,Be = 6.02205\times10^{23}$

www.ShimiPedia.ir

یک مول مرکب از عدد آووگادرو واحد مستقل است. یک مول ماده مولکولی مرکب از عدد آووگادرو و مولکول و جرمی برحسب گرم دارد که از لحاظ عددی برابر با وزن مولکولی آن ماده است. مثلاً وزن مولکولی H_2O، ۱۸/۰۲ است. پس،

$$18.02gH_2O = 1molH_2O = 6.022\times10^{23} \quad \text{مولکول } H_2O$$

چون یک مولکول آب دو اتم H و یک اتم O دارد، یک مولکول H_2O شامل دو مول اتم H و یک مول اتم O است.

با استفاده از تعریف مول، نوع واحد مستقلی که اندازه گیری می‌شود باید مشخص باشد. یک مول از اتمهای H شامل 6.02×10^{23} اتم H و جرم آن، تا سه رقم با معنی، ۱/۰۱ g است؛ یک مول از مولکولهای H_2 شامل 6.02×10^{23} مولکول H_2 و جرم آن ۲/۰۲ g است. برای فلوئور،

$$1molF = 6.02\times10^{23}F \text{ اتم} = ۱۹\ gr \quad \text{فلوئور}$$

$$1molF_2 = 6/02\times10^{23}F_2 \text{ مولکول} = ۳۸\ gr \quad \text{فلوئور}$$

درباره مواد یونی چه می‌توان گفت؟ وقتی می‌گوییم «یک مول $BaCl_2$ » به این معنی است که نمونه مورد نظر ما شامل عدد آووگادرو واحد فرمولی است که واحد مستقل آن مشخص است. بنابراین، یک مول $BaCl_2$ جرمی برابر ۲۰۸/۳ g دارد که همان وزن فرمولی $BaCl_2$ است. در واقع، یک مول $BaCl_2$ شامل،

$$1molBa^{2+} = 6.02\times10^{23}Ba^{2+} \text{ یون} = 137.3g \quad \text{باریم}$$

$$2molCl^{-1} = 2\left(6.02\times10^{23}\right)Cl^- \text{ یون} = 2(35.5)gCl^- = 71g \quad \text{کلر}$$

که روی هم می‌شود

$$1molBaCl_2 = 6.02\times10^{23}BaCl_2 \text{ واحد} = 208.3gBaCl_2$$

وزنهای اتمی که برای حل کردن یک مسئله به کار گرفته می‌شوند باید با تعداد ارقام با معنی مناسبی بیان شده

www.ShimiPedia.ir

باشند. داده‌های یک مسئله حدود دقتی را که پاسخ مسئله باید داشته باشد معین می‌کند. بنابراین وزنهای اتمی مورد استفاده باید با تعداد ارقام با معنای مناسبی بیان شود که منعکس‌کننده این دقت باشد.

توجه داشته باشید که وزن اتمی (و به دنبال آن، وزن فرمولی)ممکن است به سه طریق متفاوت ارائه شود.

۱. وزن اتمی ممکن است، بدون هیچ‌گونه واحدی، به صورت یک عدد محض بیان شود. این همان طریقی است که وزنهای اتمی در جدولهای تناوبی و فهرست عناصر ارائه می‌شود. باید به خاطر داشته باشیم که وزن اتمی، نسبت جرم یک اتم میانگین هر عنصر به ۱/۱۲ جرم یک اتم $^{12}_{6}C$ است. در این صورت وزن اتمی سدیم ۲۲/۹۸۹۷۷۷ است.

۲. اگر به جرم اتم $^{12}_{6}C$ جرمی دقیقاً برابر $۱۲u$ اختصاص داده شده باشد، در این صورت جرم اتم میانگین یک عنصر، وزن اتمی برحسب واحد جرم اتمی، u است. این جرم برای یک اتم سدیم، وزن اتمی سدیم برحسب واحد جرم اتمی و برابر u ۲۲/۹۸۹۷۷۷ خواهد بود.

۳. یک مول از یک عنصر جرمی برابر با وزن اتمی آن عنصر برحسب گرم دارد. بنابراین وزن اتمی سدیم برحسب گرم، جرم یک مول سدیم یعنی g/mol ۲۲/۹۸۹۷۷۷ است.

مثال ۱.

در g ۱۲۵ از Al چند مول آلومینیم وجود دارد؟

حل.

توجه داشته باشید که پاسخ باید با سه رقم با معنی بیان شود. نخست، مسئله را به صورت زیر می‌نویسیم:

$$?mol\ Al = ۱۲۵\ g\ Al$$

سپس برای حل مسئله یک ضریب تبدیل به دست می‌آوریم. وزن اتمی Al تا سه رقم با معنی ۲۷/۰ است، بنابراین:

$$۱mol\ Al = ۲۷\ g\ Al$$

Olympiad.roshd.ir
www.ShimiPedia.ir
شبکه رشد – شبکه ملی مدارس ایران

این ضریب تبدیل را به صورتی که واحد $g\ Al$ در مخرج کسر باشد به کار می‌بریم، زیرا این واحدی است که باید حذف شود:

$$?\,molAl = 125gAl\left(\frac{1molAl}{27gAl}\right) = 4.63molAl$$

مثال ۲.

برای به دست آوردن $0/2500\ mol$ سولفوریک‌اسید، H_2SO_4، چند گرم سولفوریک اسید لازم است؟

حل.

پاسخ باید تا چهار رقم بامعنی داده شود. مسئله را به صورت زیر می‌نویسیم:

$$?\,g\,H_2SO_4 = 0.2500molH_2SO_4$$

وزن فرمولی H_2SO_4 تا چهار رقم بامعنی ۹۸/۰۸ است؛ بنابراین

$$1mol\,H_2SO_4 = 98.08g\,H_2SO_4$$

در این مسئله، واحدی که باید حذف شود $mol\,H_2SO_4$ است، پس این واحد در ضریب تبدیل باید در مخرج کسر باشد.

$$?\,gH_2SO_4 = 0.2500molH_2SO_4\left(\frac{98.08H_2SO_4}{1molH_2SO_4}\right) = 24.52gH_2SO_4$$

مثال ۳.

در ۱/۰۰۰ قیراط الماس چند اتم کربن وجود دارد؟ الماس کربن خالص است و یک قیراط دقیقاً $0/2g$ است.

حل.

چون مقدار $0/2g$ مقدار دقیقی است که از تعریف قیراط نتیجه می‌شود، این مقدار عده ارقام با معنای پاسخ مسئله را محدود نمی‌کند. دقت پاسخ با مقدار ۱/۰۰۰ قیراط (که چهار رقم بامعنی دارد) محدود می‌شود. مسئله

شبکه رشد – شبکه ملی مدارس ایران
Olympiad.roshd.ir
www.ShimiPedia.ir

این است که:

$$0.2000gC = \text{؟ اتمهای } C$$

ضریب تبدیل را از وزن اتمی C (تا چهار رقم بامعنی) به دست می‌آوریم:

$$1molC = 12.01gC$$

اگر واحد gC را در مخرج کسر قرار دهیم، این واحد حذف خواهد شد:

$$0.2000gC\left(\frac{1molC}{12.01gC}\right) = \text{؟ اتمهای } C$$

در اینجا، از محاسبه پاسخی برحسب $mol\ C$ به دست می‌آید. با استفاده از عدد آووگادرو (تا چهار رقم بامعنی)، ضریب تبدیلی از

$$1molC = 6.022\times10^{23} \quad \text{اتم } C$$

به دست می‌آوریم که $mol\ C$ در مخرج کسر باشد و حذف شود. با دخالت این ضریب حل مسئله کامل می‌شود.

$$0.2000gC\left(\frac{1molC}{12.01gC}\right)\left(\frac{6.022\times10^{23}C \quad \text{اتم}}{1molC}\right)=1.003\times10^{22} \quad \text{اتم } C = \text{؟ اتمهای } C$$

شبکه رشد – شبکه ملی مدارس ایران
Olympiad.roshd.ir
www.ShimiPedia.ir