تقدیم به
همهٔ بچه‌های پرتلاش سال دهم
و دبیران محترم شیمی

مقدمه مولّف

دانش‌آموزان و دبیران عزیز!

با توجه به تغییرات اخیر در قانون پذیرش دانشگاه‌ها و نهایی شدن امتحانات در پایهٔ دهم و یازدهم و اهمیت مضاعفِ امتحانات نهایی و اثر قطعی در نتیجهٔ پذیرش دانشگاه‌ها، وجود منبعی استاندارد، اهمیت دوچندان پیدا کرده است. در این کتاب بانک کاملی از سؤالات امتحانی ارائه گردیده است هم‌چنین برای کارکرد بهتر کتاب، هر فصل به تعدادی قسمت تقسیم شده داست تا هر هفته هم‌زمان با پیشروی کلاس، منبعی برای سؤالات امتحانی استاندارد وجود داشته باشد.

توصیه می‌شود که با توجه به ریزتقسیم‌بندی انجام شده، بایستی مانع از انباشته شدن مطلب برای آخر سال شد.

ویژگی‌های کتاب در یک نگاه:

۱ ارائهٔ کتابی با رویکرد اقتصادی و قیمت مناسب و در عین حال کامل

۲ ارائهٔ بانک کامل سؤالات امتحانی

۳ چیدمان موضوعی سؤالات با رویکرد آموزشی

۴ ارائهٔ پاسخ‌های تشریحی

۵ ارائهٔ درس‌نامه‌های کامل ولی در عین حال جمع‌وجور

۶ ارائهٔ چند دوره امتحانات شبیه‌ساز نهایی با ریزبارم‌بندی برای آشنایی با نحوهٔ تصحیح اوراق

در پایان باید از تمامی عزیزانی که در به ثمر رسیدن این کتاب نقش داشتند تشکر نمایم:

- آقایان دکتر ابوذر نصری و دکتر کمیل نصری که خیلی‌سبز به خاطر اون‌ها هست و رفتار پرمهرشون شایستهٔ قدردانی است.
- مهندس بقایی و تیم خوب تولید که بار سنگینی از کار روی دوش اون‌ها بود.
- خانم لولاو مرادی که امور مربوط به پیگیری کتاب را انجام دادند.
- ویراستاران خوب کتاب، خانم‌ها زهرا خردمند و مهلا تابش‌نیا و آقایان ایمان حسین‌نژاد، سروش عبادی و سید محمد معروفی

در پایان متمنی است هرگونه پیشنهادی برای بهترشدن اثر دارید از طریق روابط عمومی انتشارات با مؤلفان در میان بگذارید.

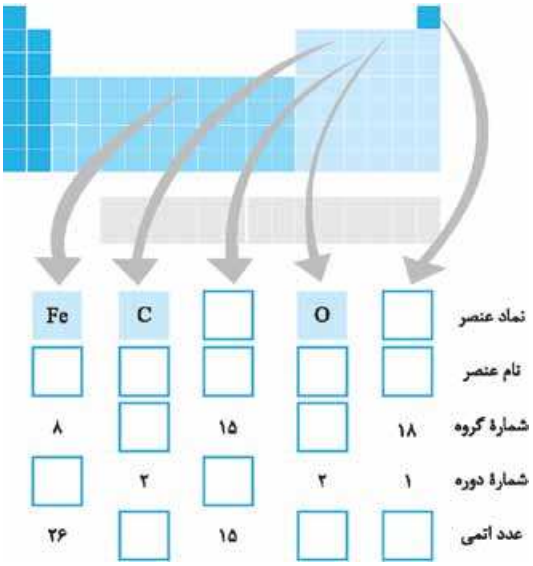
با آرزوی بهترین‌ها

دکتر مهدی صالحی راد ـ مهندس احمد علی‌نژاد

فهرست مطالب

	سؤال	درسنامه + پاسخ
فصل اول: کیهان زادگاه الفبای هستی		
قسمت اول: عنصرها چگونه پدید آمدند؟	۵	۵۴
قسمت دوم: آیا همهٔ اتم‌های یک عنصر پایدارند؟	۶	۵۵
قسمت سوم: طبقه‌بندی عنصرها	۹	۵۹
قسمت چهارم: جرم اتمی عنصرها	۱۰	۶۰
قسمت پنجم: شمارش ذره‌ها از روی جرم آن‌ها	۱۳	۶۳
قسمت ششم: نور، کلید شناخت جهان	۱۴	۶۶
قسمت هفتم: ساختار اتم	۱۶	۶۷
قسمت هشتم: توزیع الکترون‌ها در لایه‌ها و زیرلایه‌ها ـ آرایش الکترونی اتم	۱۷	۶۹
قسمت نهم: ساختار اتم و رفتار آن	۲۰	۷۳
قسمت دهم: تبدیل اتم‌ها به یون‌ها و مولکول‌ها	۲۱	۷۵
فصل دوم: ردپای گازها در زندگی		
قسمت اول: هواکره، هوای مایع و هلیم	۲۴	۷۸
قسمت دوم: اکسیژن، گازی واکنش‌پذیر در هواکره ـ ترکیب اکسیژن با فلزها و نافلزها	۲۶	۸۱
قسمت سوم: ساختار لوویس	۲۷	۸۲
قسمت چهارم: اکسیدها در فراورده‌های سوختن ـ رفتار اکسیدهای فلزی و نافلزی	۲۸	۸۵
قسمت پنجم: واکنش‌های شیمیایی ـ موازنهٔ واکنش‌ها	۲۹	۸۶
قسمت ششم: چه بر سر هواکره می‌آوریم؟ ـ اثر گلخانه‌ای ـ اوزون	۳۱	۸۸
قسمت هفتم: رفتار گازها	۳۳	۹۲
قسمت هشتم: استوکیومتری واکنش ـ آمونیاک	۳۵	۹۵
فصل سوم: آب، آهنگ زندگی		
قسمت اول: آب و منابع آن	۳۸	۹۹
قسمت دوم: همراهان ناپیدای آب	۳۹	۱۰۰
قسمت سوم: محلول و مقدار حل‌شونده‌ها	۴۱	۱۰۴
قسمت چهارم: غلظت مولی (مولار)	۴۳	۱۰۸
قسمت پنجم: انحلال‌پذیری	۴۵	۱۱۲
قسمت ششم: رفتار آب و دیگر مولکول‌ها در میدان الکتریکی	۴۷	۱۱۷
قسمت هفتم: آب و دیگر حلال‌ها	۴۹	۱۲۱
قسمت هشتم: انحلال گازها ـ ردپای آب ـ اسمز	۵۱	۱۲۳
ضمیمه: امتحانات نهایی		
امتحان شماره ۱: نوبت اول (میان سال)	۱۲۹	۱۳۹
امتحان شماره ۲: نوبت اول (میان سال)	۱۳۰	۱۴۰
امتحان شماره ۳: نوبت دوم (پایان سال)	۱۳۲	۱۴۰
امتحان شماره ۴: نوبت دوم (پایان سال)	۱۳۴	۱۴۱
امتحان شماره ۵: نوبت دوم (پایان سال)	۱۳۵	۱۴۳
امتحان شماره ۶: نوبت دوم (پایان سال)	۱۳۷	۱۴۴

۶۵- با توجه به جدول دوره‌ای داده‌شده، به سؤالات مطرح‌شده پاسخ دهید.



ا) قسمت‌های خالی جدول را پر کنید.

ب) عناصر گروه ۱۷ به هالوژن‌ها معروف هستند، این گروه را در جدول نشان دهید.

پ) کدام گروه از جدول تناوبی دارای عناصری است که تمایل به انجام واکنش ندارند؟

ت) کدام‌یک از عناصر زیر در دورهٔ ۴ و هم‌گروه با فلوئور است؟

۱) $_{17}Cl$ ۲) $_{35}Br$

۶۶- نام و یا نماد هر یک از عناصر زیر را بنویسید.

B: منیزیم:

Br: منگنز:

Be: پتاسیم:

Ba: فسفر:

Ge: آرسنیک:

Ga: سیلیسیم:

۶۷- کدام‌یک از عنصرهای زیر همانند هلیم ($_2He$) تمایلی به انجام واکنش شیمیایی ندارد؟ چرا؟

۱) $_{18}Ar$ ۲) $_{6}C$ ۳) $_{16}S$

۶۸- کدام‌یک از عنصرهای زیر همانند فلوئور ($_9F$) در ترکیب با فلزها به آنیونی با یک بار منفی تبدیل می‌شود؟ چرا؟

۱) $_{37}Rb$ ۲) $_{35}Br$ ۳) $_{15}P$

۶۹- کدام‌یک از عنصرهای زیر همانند آلومینیم ($_{13}Al$) که یون پایدار Al^{3+} را تشکیل می‌دهد توانایی تشکیل یک کاتیون با سه بار مثبت را دارد؟ چرا؟

۱) $_{19}K$ ۲) $_{31}Ga$ ۳) $_{7}N$

۷۰- گونهٔ X^{2+} دارای ۱۰ الکترون است. خواص شیمیایی عنصر X به کدام عنصر زیر شبیه است؟

۱) $_{20}Ca$ ۲) $_{16}S$ ۳) $_{37}Rb$

۷۱- کدام عناصر به صورت تک‌اتمی در طبیعت یافت می‌شوند؟

۱) هالوژن‌ها ۲) گازهای نجیب

قسمت ۴ جرم اتمی عنصرها

صفحهٔ ۱۳ تا ۱۵ کتاب درسی

درس‌نامهٔ ۴ را در صفحهٔ ۶۰ ببینید.

■ در هر یک از جمله‌های زیر، واژهٔ درست را از داخل کمانک انتخاب کنید.

۷۲- دقت اندازه‌گیری باسکول تنی ..... است. (۰/۱ تن ـ ۰/۰۱ تن)

۷۳- جرم اتمی $_6^{12}C$ برابر ..... است. (۱۲ u ـ ۱۲ g)

۷۴- با تعریف amu، شیمی‌دانان موفق شدند ..... دیگر عنصرها را اندازه‌گیری کنند. (جرم اتمی ـ جرم مولی)

۷۵- عدد جرمی $_3^7Li$ برابر ..... است. (۷ amu ـ ۷)

۷۶- ذرهٔ زیراتمی n را با نماد ..... نشان می‌دهند. ($_0^1n$ ـ $_1^0n$)

■ درستی یا نادرستی عبارت‌های زیر را مشخص کرده و شکل درست عبارت‌های نادرست را بنویسید.

۷۷- یکای جرم برای مواد مختلف متفاوت است، اما دقت همهٔ اندازه‌گیری‌ها یکسان است.

۷۸- اتم‌ها بسیار ریز هستند، به طوری که نمی‌توان آن‌ها را به طور مستقیم مشاهده کرد، اما می‌توان جرم آن‌ها را با ترازوهای بسیار دقیق به دست آورد.

۷۹- برای اندازه‌گیری جرم نسبی اتم‌ها از وزنه‌ای با جرم ۰/۰۸۳۳ برابر جرم پایدارترین ایزوتوپ کربن استفاده می‌شود.

۸۰- جرم اتم هیدروژن بیشتر از ۱ amu و کم‌تر از جرم یک نوترون است.

۸۱- ترتیب جرم نسبی ذرات زیراتمی به صورت $n > p > e$ می‌باشد.

۸۲- در نماد ذرات زیراتمی، سمت چپ بالا، بار نسبی و سمت چپ پایین، جرم نسبی نوشته می‌شود.

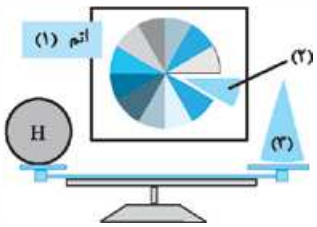
۸۳- جرم اتمی $_3^7Li$ تقریباً برابر $7\ g.mol^{-1}$ است.

۸۴- در جدول تناوبی جرم اتمی میانگین عناصر نوشته خواهد شد که به ایزوتوپ سبک‌تر نزدیک‌تر است.

۸۵- جرم اتم هیدروژن از ۰/۰۸۳۳ برابر جرم اتم کربن ـ ۱۲ بیشتر است.

۸۶- یکای عدد جرمی به علت کوچک‌بودن amu در نظر گرفته می‌شود.

۸۷- با توجه به الگوی مقابل که مربوط به نمایش amu است، به سؤالات زیر پاسخ دهید.



الف) در این الگو از چه اتمی در قسمت (۱) استفاده می‌شود؟

ب) از کدام ایزوتوپ اتم قسمت (۱) برای این مقیاس استفاده می‌شود؟

پ) amu یکای چیست؟

۱) جرم اتمی ۲) جرم مولی

۳) جرم مولکولی ۴) موارد ۱ و ۳

ت) amu را با چه نماد دیگری می‌توان نمایش داد؟

ث) جرم اتم $^{7}_{3}Li$ به تقریب چند amu است؟

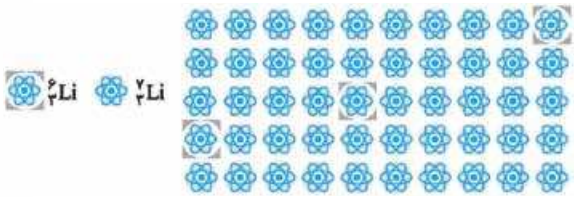
ج) آیا جرم اتم هیدروژن $(^{1}_{1}H)$ دقیقاً ۱ amu است؟ چرا؟

چ) جرم نسبی و دقیق ذرات زیراتمی را برحسب amu مقایسه کنید.

۸۸- جدول زیر را تکمیل کنید.

نام ذره	نماد	بار الکتریکی نسبی	جرم (amu)
الکترون	.....	.....	.....
پروتون	.....	.....	۱/۰۰۷۳
نوترون	.....	.....	۱/۰۰۸۷

۸۹- با توجه به شکل که مربوط به فراوانی‌های دو ایزوتوپ لیتیم می‌باشد، به سؤالات مطرح‌شده پاسخ دهید.



الف) در جدول دوره‌ای چه جرمی را برای هر عنصر می‌نویسند؟

۱) جرم پایدارترین ایزوتوپ آن عنصر

۲) جرم اتمی میانگین آن عنصر

۳) جرم سنگین‌ترین ایزوتوپ آن عنصر

ب) جدول زیر را با توجه به اطلاعات مربوط به شکل تکمیل کنید.

نماد ایزوتوپ	درصد فراوانی در طبیعت	عدد جرمی (A)	جرم اتمی میانگین (amu)

۹۰- با توجه به جرم الکترون (۰/۰۰۰۵ amu)، پروتون (۱/۰۰۷۳ amu) و نوترون (۱/۰۰۸۷ amu)، مجموع جرم ذره‌های زیراتمی را در پایدارترین ایزوتوپ ساختگی هیدروژن محاسبه کنید.

۹۱- نسبت جرم الکترون‌ها به نوترون‌ها و نسبت جرم نوترون‌ها به پروتون‌ها را در عنصر $^{3Z}_{Z}A$ به تقریب محاسبه کنید.

۹۲- با توجه به اطلاعات زیر، جرم یک اتم ^{35}Cl برحسب amu را محاسبه کنید.

$$\frac{^{35}_{17}Cl}{^{19}_{9}F} = ۱/۸۴ \quad , \quad \frac{^{19}_{9}F}{^{12}_{6}C} = ۱/۵۸$$

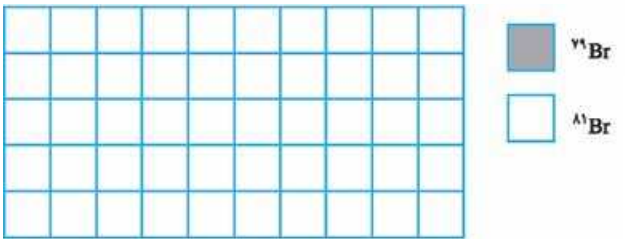
۹۳- عنصری فرضی دارای دو ایزوتوپ ^{10}A و ^{12}A می‌باشد. اگر جرم اتمی میانگین در این عنصر ۱۰/۴ amu باشد، نسبت شمار اتم‌های ایزوتوپ سبک به سنگین را در آن محاسبه کنید.

۹۴- عنصری فرضی دارای سه ایزوتوپ $^{a}_{6}X$، $^{a+1}_{6}X$ و $^{a+2}_{6}X$ است. اگر درصد فراوانی ایزوتوپ سبک‌تر ۹۰ درصد و درصد فراوانی ایزوتوپ ^{a+1}X، ۸ درصد باشد، با فرض جرم اتمی میانگین ۱۲/۱۲ amu برای این عنصر، شمار نوترون‌های ایزوتوپ $^{a+2}_{6}X$ را محاسبه کنید.

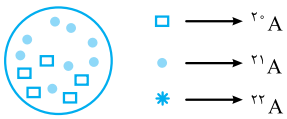
۹۵- با توجه به جدول زیر، جرم مولکولی A_2B_3 را محاسبه کنید.

ایزوتوپ	^{18}B	^{17}B	^{16}B	^{56}A	^{54}A
درصد فراوانی	۸	۲	۹۰	۹۵	۵

۹۶- برم دارای جرم اتمی میانگین ۷۹/۹۶ amu است. اگر برم دارای دو ایزوتوپ ^{79}Br و ^{81}Br باشد، برای نشان‌دادن درصد فراوانی ایزوتوپ‌های آن در شکل مقابل باید چند خانه را به رنگ سیاه دربیاوریم.



۹۷- اگر جرم اتمی میانگین عنصر فرضی A، ۲۱/۱ amu باشد، چند * باید به شکل مقابل اضافه کنیم.



۹۸- عنصر $_{28}X$ دارای سه ایزوتوپ با شمار نوترون‌های ۳۰، ۳۲ و x است. اگر جرم اتمی میانگین X، ۵۸/۷۶ amu و درصد فراوانی ایزوتوپ‌های X به ترتیب ۶۸، ۲۶ و ۶ باشد، x را به دست آورید.

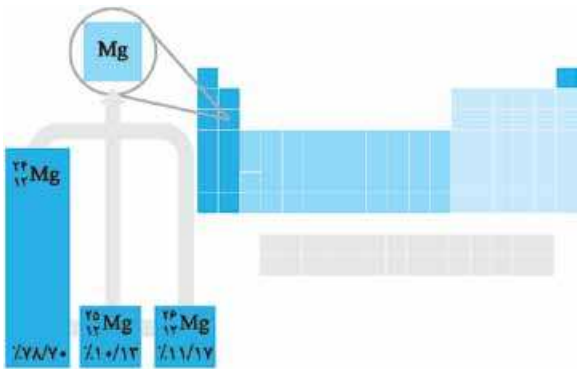
۹۹- کروم دارای دو ایزوتوپ ^{52}Cr و ^{53}Cr با جرم اتمی میانگین ۵۲/۱۷ amu است. با توجه به این اطلاعات نمودار زیر را تکمیل کنید.

۱۰۰- اگر نسبت فراوانی ^{47}Ti به ^{49}Ti، ۱/۴ باشد، جدول زیر را تکمیل کنید.

جرم اتمی میانگین	درصد فراوانی	ایزوتوپ
	۸	^{46}Ti
		^{47}Ti
	۷۵	^{48}Ti
		^{49}Ti
	۵	^{50}Ti

۱۰۱- با توجه به شکل:

جرم اتمی میانگین منیزیم را به دست آورید.



۱۰۲- پتاسیم سه ایزوتوپ با نمادهای ^{39}K، ^{40}K، ^{41}K دارد، با توجه به جرم اتمی میانگین پتاسیم در جدول دوره‌ای عنصرها که ۳۹/۱ است، مشخص کنید که بیشترین درصد فراوانی مربوط به کدام ایزوتوپ است؟

۱۰۳- برم دو ایزوتوپ با نمادهای ^{79}Br (با جرم اتمی ۷۸/۹۲ amu) و ^{81}Br (با جرم اتمی ۸۰/۹۲ amu) دارد و جرم اتمی میانگین آن برابر با ۷۹/۹ amu است. آیا نتیجه‌گیری زیر درست است؟ چرا؟

«درصد فراوانی ایزوتوپ‌های برم تقریباً برابر است.»

قسمت ۵ شمارش ذره‌ها از روی جرم آن‌ها

صفحهٔ ۱۲ تا ۱۹ کتاب درسی

درس‌نامهٔ ۵ را در صفحهٔ ۶۳ ببینید.

درستی یا نادرستی عبارت‌های زیر را مشخص کرده و شکل درست عبارت‌های نادرست را بنویسید.

۱۰۴- نقش N_A در شیمی مانند نقش شانه در شمارش تخم مرغ‌ها است، با این تفاوت که عدد آووگادرو بسیار بزرگ است.

۱۰۵- جرم یک مول ذره برحسب amu را جرم مولی آن ذره می‌نامند.

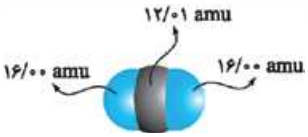
۱۰۶- یکای جرم اتمی بسیار کوچک است و در آزمایش‌های دقیق از آن استفاده می‌کنیم.

۱۰۷- به جرم یک مول از هر ماده، عدد جرمی گفته می‌شود.

۱۰۸- شمار اتم‌های ۰/۵ مول Ar از شمار اتم‌های ۰/۲۵ مول O_2 کم‌تر است.

۱۰۹- شمار اتم‌های ۳/۲ گرم گوگرد با شمار اتم‌های ۱/۶ گرم گاز اکسیژن برابر است. $(S=32, O=16 : g.mol^{-1})$

۱۱۰- دانش‌آموزی با استفاده از مدل فضاپرکن کربن دی‌اکسید مطابق شکل روبه‌رو توانست جرم یک مولکول از آن را برحسب amu به درستی محاسبه کند.



جرم یک مول از مولکول نشان داده شده، چند گرم است؟

با استفاده از داده‌های زیر، جرم مولی هر یک از ترکیب‌های زیر را برحسب $g.mol^{-1}$ به دست آورید.

$(S=32, Na=23, O=16, N=14, C=12, H=1 : g.mol^{-1})$

$NaNO_3$ ، H_2SO_4 ، $C_{12}H_{22}O_{11}$(مالتوز)

۱۱۱- اگر بدانیم که میانگین جرم هر اتم هیدروژن $1\,amu = 1/66 \times 10^{-24}\,g$ است، حساب کنید نمونهٔ یک‌گرمی از عنصر هیدروژن، چند اتم دارد و اگر $5N_A$ اتم هیدروژن در یک نمونه موجود باشد، جرم آن نمونه چند گرم است؟

۱۱۲- اگر میانگین جرم هر اتم بور ($_5B$)، در حدود $1/794 \times 10^{-23}$ باشد، جرم مولی آن را حساب کنید.

۱۱۳- گرافیت دگرشکلی از کربن است. در سدهٔ شانزدهم میلادی تکهٔ بزرگی از گرافیت خالص کشف شد که بسیار نرم بود. به دلیل شکل ظاهری آن، مردم می‌پنداشتند که گرافیت از سرب تشکیل شده است. امروزه با آن‌که می‌دانیم مغز مداد از جنس گرافیت است، اما این ماده همچنان به سرب مداد معروف است. در ۰/۳۶ گرم گرافیت خالص، چند مول کربن و چند اتم کربن وجود دارد؟ $(C=12\ g.mol^{-1})$

۱۱۴- محاسبه کنید که در ۱/۱ گرم کربن دی‌اکسید (CO_2): $(O=16, C=12 : g.mol^{-1})$

چند مول کربن دی‌اکسید وجود دارد؟ — چند مولکول کربن دی‌اکسید وجود دارد؟

چند اتم اکسیژن وجود دارد؟ — در مجموع چند اتم وجود دارد؟

۱۱۵- ۰/۲ مول آب (H_2O) چند گرم است و شامل چند اتم می‌باشد؟ $(O=16, H=1 : g.mol^{-1})$

۱۱۶- $9/03 \times 10^{21}$ مولکول SO_2 چند گرم است و شامل چند اتم می‌باشد؟ $(S=32, O=16 : g.mol^{-1})$

۱۱۷- تعداد اتم‌های ۰/۵ مول از کدام ترکیب بیشتر است؟

۱) K_2SO_4 ۲) MnO_2 ۳) CO_2 ۴) NH_3

۱۱۸- اگر یک گرم از هر یک از ترکیبات زیر داشته باشیم، کدام ترکیب اتم بیشتری دارد؟

$(Cl=35/5, F=19, O=16, N=14, C=12, H=1 : g.mol^{-1})$

۱) CO_2 ۲) NH_3 ۳) OF_2 ۴) HF

۱۱۹- با توجه به اطلاعات داده‌شده، کدام‌یک اتم کم‌تری دارد؟ $(O=16, H=1 : g.mol^{-1})$

۷/۲ گرم H_2O — ۰/۳ مول NH_3

۱۲۰- ۰/۰۰۵ مول از یون F^- شامل چند الکترون است؟

۱۲۱- یک نمونه به جرم ۲/۲ گرم از پروپان (C_3H_8) شامل چند مول پروپان و چند اتم هیدروژن است؟ $(C=12, H=1 : g.mol^{-1})$

۱۲۲- $1/204 \times 10^{22}$ اتم کربن در چند گرم کربن تتراکلرید (CCl_4) وجود دارد؟ $(Cl=35/5, C=12 : g.mol^{-1})$

۱۲۳- در یک نمونه از SO_3 به جرم ۱۶ گرم، نسبت جرم اکسیژن به جرم گوگرد را محاسبه کنید. $(S=32, O=16 : g.mol^{-1})$

۱۲۴- در یک نمونه به جرم ۱۰/۴۲۵ g از PCl_x، $3/01 \times 10^{22}$ مولکول از آن وجود دارد. x را بیابید. $(Cl=35/5, P=31 : g.mol^{-1})$

۱۲۵- عنصری دارای دو ایزوتوپ ^{20}A و ^{22}A است. اگر جرم اتمی میانگین این عنصر ۲۰/۸ amu باشد، در ۵۲ گرم از نمونه‌ای از آن، چند اتم از ایزوتوپ ^{20}A وجود دارد؟ (به تقریب جرم اتمی میانگین را معادل جرم مولی فرض کنید.)

۱۲۶- با توجه به این‌که یک نمونه از آمونیاک (NH_3) شامل a اتم هیدروژن است، به سؤالات مطرح‌شده پاسخ دهید. ($N=14 , H=1 : g.mol^{-1}$)

- این نمونه آمونیاک شامل چند اتم است؟
- این نمونه چند گرم جرم دارد؟
- اگر تعداد هیدروژن‌های نمونه‌ای از متان (CH_4) با تعداد هیدروژن‌های نمونهٔ NH_3 موجود برابر باشد، جرم متان درون این نمونه را محاسبه کنید. ($C=12\ g.mol^{-1}$)

۱۲۷- تعداد اتم‌های موجود در ۲/۵۶ گرم مولکول S_8، چند برابر تعداد مولکول‌های ۱۶ گرم SO_3 است؟ ($S=32 , O=16 : g.mol^{-1}$)

۱۲۸- تعداد نوترون‌های ۱/۲ گرم یون CO_3^{2-}، چند برابر شمار الکترون‌های آن است؟ ($^{16}_{8}O=16 , ^{12}_{6}C=12 : g.mol^{-1}$)

۱۲۹- شمار الکترون‌های ۶/۲ گرم یون $^{31}_{15}P^{3-}$، برابر با شمار نوترون‌های چند گرم $^{39}_{19}K^{+}$ است؟ (جرم مولی را با عدد جرمی برابر بگیرید.)

۱۳۰- اگر شمار اتم‌های ۱۳/۲ گرم N_xO، سه برابر شمار مولکول‌های ۱۹/۲ گرم SO_2 باشد، x را پیدا کنید. ($S=32 , O=16 , N=14 : g.mol^{-1}$)

قسمت ۶ نور، کلید شناخت جهان

صفحهٔ ۱۹ تا ۲۳ کتاب درسی

درس‌نامهٔ ۶ را در صفحهٔ ۶۶ ببینید.

در هر یک از جمله‌های زیر، واژهٔ درست را از داخل کمانک انتخاب کنید.

۱۳۱- دو ستارهٔ A و B به ترتیب به رنگ‌های آبی و قرمز دیده می‌شوند، می‌توان گفت دمای ستارهٔ ..... بیشتر است. (B ـ A)

۱۳۲- انحراف نور آبی از نور نارنجی در منشور ..... است. (بیشتر ـ کم‌تر)

۱۳۳- طول موج پرتوها با انحراف آن‌ها از منشور رابطهٔ ..... دارد. (مستقیم ـ معکوس)

۱۳۴- تصاویری که از خورشید گرفته می‌شود با دوربین‌های حساس به ..... گرفته شده است. (فروسرخ ـ فرابنفش)

۱۳۵- رنگ شعلهٔ مس باریکهٔ ..... از گسترهٔ طیف مرئی را در بر می‌گیرد. (بلندی ـ کوتاهی)

۱۳۶- در ..... ۴ خط در طیف نشری خطی وجود دارد و با پیمایش به λ های بالاتر فاصلهٔ بین خطوط بیشتر می‌شود. (هیدروژن ـ لیتیم و هیدروژن)

درستی یا نادرستی عبارت‌های زیر را مشخص کرده و شکل درست عبارت‌های نادرست را بنویسید.

۱۳۷- به علت فاصله و دمای بالای اجرام آسمانی نمی‌توانیم ویژگی‌های آن‌ها را به طور مستقیم اندازه‌گیری کنیم.

۱۳۸- نور سفید با عبور از منشور گستره‌ای پیوسته از طول موج‌ها را ایجاد می‌کند که حاوی بی‌نهایت طول موج است.

۱۳۹- اگر طول موج پرتو A دو برابر طول موج پرتو B باشد احتمال دارد که این پرتوها مرئی باشند.

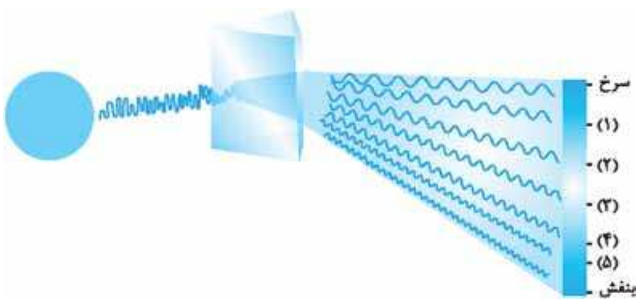
۱۴۰- پرتوهای الکترومغناطیسی جرم خیلی کمی داشته و با خود انرژی حمل می‌کنند.

۱۴۱- سدیم نیترات و مس (II) نیترات به علت داشتن آنیون یکسان رنگ شعلهٔ یکسانی دارند.

۱۴۲- به فرایندی که در آن یک مادهٔ شیمیایی با نشر انرژی از خود پرتوهای الکترومغناطیسی گسیل دارد، پخش نور می‌گویند.

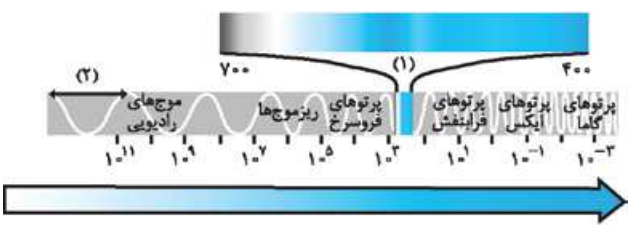
۱۴۳- هر عنصر طیف نشری ویژهٔ خود را دارد، اما در بعضی ترکیب‌ها گاهی به علت نزدیک‌بودن خطوط نمی‌توان از طیف نشری خطی برای شناسایی عناصر آن‌ها استفاده کرد.

۱۴۴- با توجه به شکل مقابل که مربوط به عبور نور خورشید از منشور است، به سؤالات مطرح‌شده پاسخ دهید.



- به جای اعداد داخل شکل، رنگ مناسب را بنویسید.
- به این گستره از پرتوهای الکترومغناطیس چه گستره‌ای می‌گویند؟
- طول موج پرتوهای درون این گستره بین چه اعدادی برحسب نانومتر هستند؟
- طول موج پرتوهای ۲ و ۴ را با هم مقایسه کنید.
- انرژی هر موج با میزان شکست آن پس از عبور از منشور چه رابطه‌ای دارد؟

۱۴۵- با توجه به شکل زیر که مربوط به پرتوهای الکترومغناطیس است، به سؤالات مطرح‌شده پاسخ دهید.



- به جای شمارهٔ (۱) در تصویر می‌توان چه عبارتی نوشت؟
- شمارهٔ (۲) نشان داده شده در شکل، چه پارامتری از پرتوها را نشان می‌دهد؟
- فلش به سمت پرتوهای پرانرژی‌تر می‌رود یا پرتوهای کم‌انرژی‌تر؟ چرا؟
- آیا این امواج جرم دارند؟

۳ دورهٔ اول شامل فقط ۲ عنصر (نافلز و گازی H و He)، دورهٔ دوم و سوم هر کدام شامل ۸ عنصر، دورهٔ چهارم و پنجم هرکدام شامل ۱۸ عنصر و دورهٔ ششم و هفتم هر کدام شامل ۳۲ عنصر هستند.

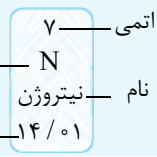
۴ در جدول تناوبی به جای عدد جرمی، جرم اتمی میانگین گزارش می‌شود که با توجه به درصد فراوانی آن‌ها در طبیعت گزارش داده شده است.

۵ عنصرهای هر گروه دارای خواص شیمیایی نسبتاً مشابه هستند؛ مثلاً یون‌های مشابه تشکیل می‌دهند یا با عنصرهای دیگر به یک شکل واکنش می‌دهند.

۶ با پیمایش هر دوره از چپ به راست، خواص عنصرها به طور مشابه تکرار می‌شود؛ از این‌رو جدول دوره‌ای (تناوبی) عنصرها نامیده می‌شود.

توجه عنصرهای موجود در یک دوره، دارای خواص مشابه نیستند.

۷ نام عنصرها در جدول تناوبی به صورت زیر نشان داده می‌شود.



پاسخ سؤالات

۵۸. نادرست؛ در جدول دوره‌ای (تناوبی) امروزی، عنصرها براساس افزایش عدد اتمی ساماندهی شده‌اند.

۵۹. نادرست؛ عناصر موجود در هر گروه دارای خواص شیمیایی یکسانی هستند.

۶۰. درست؛ در تناوب اول و دوم جدول تناوبی مجموعاً ده عنصر وجود دارد.

پایدارترین ایزوتوپ لیتیم $^{7}_{3}Li$ است که مجموعاً ده ذرهٔ زیراتمی دارد.

۶۱. نادرست؛ برم این خصوصیات را دارد. (B، بور است که عنصری از گروه ۱۳ و تناوب ۲ می‌باشد.)

۶۲. نادرست؛ در جدول دوره‌ای جرم اتمی میانگین گزارش می‌شود.

۶۳. آ) جدول تناوبی شامل ۱۸ گروه و ۷ دوره است.

ب) بلندترین تناوب‌ها، تناوب‌های ۶ و ۷ هستند که هر کدام ۳۲ عنصر دارند.

پ) کوتاه‌ترین تناوب، تناوب ۱ با دو عنصر است.

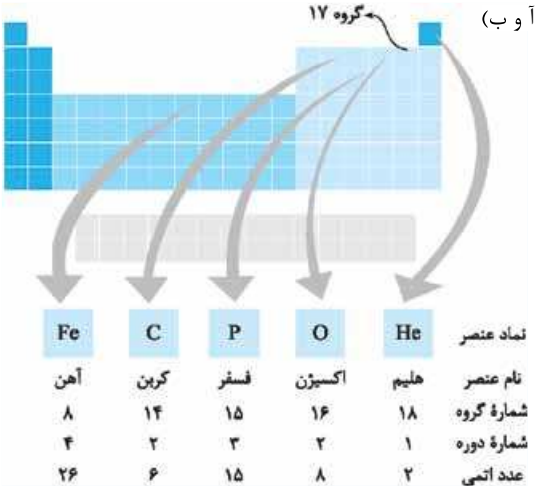
ت) کوتاه‌ترین گروه‌ها، گروه‌های ۴ تا ۱۲ هستند که هر کدام ۴ عنصر دارند.

ث) حداکثر دوحرفی هستند.

۶۴. (۱) ← عدد اتمی (۲) ← نماد شیمیایی

(۳) ← نام (۴) ← جرم اتمی میانگین

۶۵. آ و ب)



پ) عناصر گروه ۱۸، گازهای نجیب هستند که تمایلی به انجام واکنش ندارند.

ت) گزینهٔ «۲» $_{35}Br$؛ Cl و Br هر دو هم‌گروه با فلوئور هستند، اما برم در تناوب ۴ قرار دارد.

۶۶. B: بور — Mg: منیزیم

Br: برم — Mn: منگنز

Be: برلیم — K: پتاسیم

Ba: باریم — P: فسفر

Ge: ژرمانیم — As: آرسنیک

Ga: گالیم — Si: سیلیسیم

۶۷. گزینهٔ «۱» $_{18}Ar$، زیرا با هلیم هم‌گروه است و خواص شیمیایی یکسانی دارند.

۶۸. گزینهٔ «۲» $_{35}Br$، زیرا با فلوئور هم‌گروه است و خواص شیمیایی یکسانی دارند.

۶۹. گزینهٔ «۲» $_{31}Ga$، زیرا با آلومینیم هم‌گروه است و خواص شیمیایی یکسانی دارند.

۷۰. گزینهٔ «۱» $_{20}Ca$، زیرا X در حالت خنثی ۱۲ الکترون دارد، بنابراین ۱۲ پروتون هم دارد، یعنی $_{12}X$ است؛ بنابراین این عنصر Mg است که با کلسیم هم‌گروه است و عناصر هم‌گروه خواص شیمیایی یکسانی دارند.

۷۱. گزینهٔ «۲» گازهای نجیب در طبیعت به صورت تک‌اتمی یافت می‌شوند.

فصل ۱ فیزیک ۴

جرم اتمی عنصرها

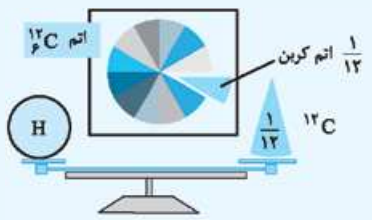
صفحهٔ ۱۳ تا ۱۵ کتاب درسی

جرم اتمی عنصرها

اتم‌ها بسیار ریزند، به طوری که نمی‌توان آن‌ها را به طور مستقیم مشاهده و جرم آن‌ها را اندازه‌گیری کرد. به همین دلیل دانشمندان مقیاس جرم نسبی را برای تعیین جرم اتم‌ها به کار می‌برند. مطابق این مقیاس، جرم اتم‌ها را با وزنه‌ای می‌سنجند که جرم آن $\frac{1}{12}$ جرم ایزوتوپ کربن ـ ۱۲ است. به این وزنه، یکای جرم اتمی (amu) می‌گویند.

یکای جرم اتمی (amu): جرم اتم را برحسب amu یا u نشان می‌دهند. برای نمونه جرم اتمی میانگین هیدروژن برابر ۱/۰۰۸ amu یا ۱/۰۰۸ u است.

amu: یک‌دوازدهم $(\frac{1}{12})$ جرم ایزوتوپ کربن ـ ۱۲ $(^{12}_{6}C)$ است؛ بنابراین جرم اتمی ^{12}C دقیقاً برابر ۱۲ amu است.



الگویی دیگر برای نمایش amu

برخی ویژگی‌های ذره‌های زیراتمی

نماد ذره‌های زیراتمی به صورت زیر نشان داده می‌شود.

نماد ذره $\rightarrow {}^{a}_{b}X$ ← a جرم‌نسبی ← b بارنسبی

برخی ویژگی‌های ذره‌های زیراتمی:

نام ذره	نماد	بار الکتریکی نسبی	جرم (amu)
الکترون	${}^{0}_{-1}e$	-1	۰/۰۰۰۵
پروتون	${}^{1}_{+1}p$	$+1$	۱/۰۰۷۳
نوترون	${}^{1}_{0}n$	۰	۱/۰۰۸۷

- در این نماد، عددهای سمت چپ از بالا به پایین به ترتیب جرم نسبی و بار نسبی ذره را مشخص می‌کند.

توجه جرم پروتون و نوترون در حدود ۱ amu است، در حالی که جرم الکترون ناچیز و در حدود $\frac{1}{2000}$ amu است.

نکته جرم اتمی هر عنصر تقریباً برابر با عدد جرمی آن برحسب amu است. به عنوان مثال جرم اتمی ^{7}Li برابر ۷ amu است.

با مراجعه به جدول می‌بینیم که جرم اتمی لیتیم برابر ۶/۹۴ است. علت این تفاوت، وجود ایزوتوپ‌های گوناگون برای یک عنصر است، زیرا در جدول تناوبی، جرم اتمی میانگین عنصرها گزارش داده می‌شود.

جرم اتمی میانگین

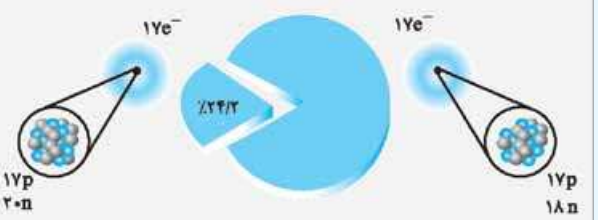
جرم اتمی میانگین حاصل از ایزوتوپ‌های مختلف از رابطهٔ زیر به دست می‌آید:

$$\text{جرم اتمی میانگین } \bar{M} = \frac{M_1F_1 + M_2F_2 + \cdots}{F_1 + F_2 + \cdots}$$

درصد فراوانی یا فراوانی: F جرم اتمی: M

مثال **آ) نماد هر یک از ایزوتوپ‌های کلر را بنویسید.**

ب) جرم اتمی میانگین کلر را حساب کنید.



پاسخ: آ) ${}^{35}_{17}Cl$ و ${}^{37}_{17}Cl$

ب)
$M_1 = 17 + 20 = 37 \,,\, F_1 = ٪24/2$

$M_2 = 17 + 18 = 35 \,,\, F_2 = 100 - 24/2 = ٪75/8$

$$\bar{M} = \frac{M_1F_1 + M_2F_2}{F_1 + F_2} = \frac{(37 \times 24/2) + (35 \times 75/8)}{24/2 + 75/8}$$

$= 35/484$ amu

نکته ایزوتوپی که فراوانی بیشتری در طبیعت دارد، پایدارتر است.

مثال **لیتیم دارای دو ایزوتوپ با جرم‌های ۶ و ۷ است. اگر جرم اتمی میانگین لیتیم در نمونه‌ای برابر ۶/۹۴ amu باشد.**

آ) فراوانی ایزوتوپ سنگین چند درصد است؟

ب) کدام ایزوتوپ پایدارتر است؟

پاسخ: آ)

$M_1 = 6 \,,\, F_1 + F_2 = 100 \,,\, F_1 = 100 - F_2 \qquad M_2 = 7 \,,\, F_2$

$$\bar{M} = \frac{M_1F_1 + M_2F_2}{F_1 + F_2} \Rightarrow 6/94 = \frac{6(100 - F_2) + 7F_2}{100}$$

$\Rightarrow 694 = 600 - 6F_2 + 7F_2 \Rightarrow F_2 = 94$ فراوانی ایزوتوپ سنگین

ب) ^{7}Li پایدارتر است، زیرا فراوانی بیشتری دارد.

پاسخ سؤالات

۷۲. ۰/۰۱ تن
۷۳. ۱۲ u
۷۴. جرم اتمی
۷۵. ۷ (بدون واحد)
۷۶. ${}^{1}_{0}n$

۷۷. نادرست؛ دقت‌ها هم متفاوت است، مثلاً دقت اندازه‌گیری در باسکول تنی ۰/۰۱ تن است، اما در ترازوی زرگری ۰/۰۱ گرم است.

۷۸. نادرست؛ هیچ ترازویی وجود ندارد که جرم بسیار کم اتم‌ها را اندازه‌گیری کند.

۷۹. درست؛ عدد ۰/۰۸۳۳ همان کسر $\frac{1}{12}$ است.

۸۰. درست
۸۱. درست

۸۲. نادرست؛ در نماد ذرات زیراتمی سمت چپ بالا، جرم نسبی و سمت چپ پایین، بار نسبی نوشته می‌شود.

۸۳. نادرست؛ واحد جرم اتمی amu است.

۸۴. نادرست؛ جرم اتمی میانگین به ایزوتوپ فراوان‌تر (پایدارتر) نزدیک‌تر است.

۸۵. درست؛ ۰/۰۸۳۳ برابر جرم اتم کربن ـ ۱۲ همان ۱ amu است که جرم هیدروژن کمی از ۱ amu بیشتر است.

۸۶. نادرست؛ عدد جرمی یکا ندارد و جرم اتمی است که با یکای amu گزارش می‌شود.

۸۷. آ) در قسمت (۱)، از اتم کربن استفاده می‌شود.

ب) از فراوان‌ترین ایزوتوپ آن یعنی ایزوتوپ ^{12}C استفاده می‌شود.

پ) گزینهٔ «۴» جرم اتمی و جرم مولکولی

ت) نماد دیگر برای amu، u است.

ث) جرم اتم $^{7}_{3}Li$ ، تقریباً ۷ amu است.

ج) خیر؛ اتم هیدروژن $({}^{1}_{1}H)$ دارای یک الکترون و یک پروتون است که جرم دقیق پروتون از ۱ amu بیشتر است و به‌علاوهٔ جرم الکترون نیز می‌شود؛ پس قطعاً جرم اتم هیدروژن از ۱ amu بیشتر است.

چ) $n > p >>> e$: جرم دقیق $n = p >>> e$:جرم نسبی

۸۸.

نام ذره	نماد	بار الکتریکی نسبی	جرم (amu)
الکترون	${}^{0}_{-1}e$	-1	۰/۰۰۰۵
پروتون	${}^{1}_{+1}p$	$+1$	۱/۰۰۷۳
نوترون	${}^{1}_{0}n$	۰	۱/۰۰۸۷

۸۹. آ) گزینهٔ «۲» جرم اتمی میانگین آن عنصر

ب)

نماد ایزوتوپ	درصد فراوانی در طبیعت	عدد جرمی (A)	جرم اتمی میانگین
$^{7}_{3}Li$	٪۹۴	۷	۶/۹۴
$^{6}_{3}Li$	٪۶	۶	

$$\bar{M}=\frac{M_1F_1+M_2F_2}{F_1+F_2}\Rightarrow \bar{M}=\frac{(7\times 94)+(6\times 6)}{100}=6/94\ amu$$

یا

$$\bar{M}=\frac{M_1F_1+M_2F_2}{F_1+F_2}=\frac{7\times 47+6\times 3}{47+3}=6/94\ amu$$

۹۰. پایدارترین ایزوتوپ ساختگی هیدروژن ${}^{5}_{1}H$ است.

${}^{5}_{1}H\begin{cases}e=1\\p=1\\n=4\end{cases}\Rightarrow$ جرم ذره‌های زیر اتمی $: 1(0/0005)+1(1/00073)+4(1/00087)$

$=5/0426\ amu$

۹۱.

${}^{3Z}_{Z}A\begin{cases}e=Z\\p=Z\\n=2Z\end{cases}$

$$\frac{\text{جرم الکترون‌ها}}{\text{جرم نوترون‌ها}}\xrightarrow{\text{به تقریب}}\frac{Z\times\frac{1}{2000}\ amu}{2Z\times 1\ amu}=\frac{1}{4000}$$

$$\frac{\text{جرم نوترون‌ها}}{\text{جرم پروتون‌ها}}\xrightarrow{\text{به تقریب}}\frac{2Z}{Z}=2$$

۹۲.

$${}^{35}_{17}Cl={}^{19}_{9}F\times 1/84=(1/58\ {}^{12}_{6}C)\times 1/84=1/84(1/58(12amu))$$

$$\Rightarrow {}^{35}_{17}Cl=1/84\times 1/58\times 12\ amu=34/8864\ amu$$

۹۳. راه اول:

$$F_1+F_2=100\Rightarrow F_2=100-F_1$$

$$\bar{M}=\frac{F_1M_1+F_2M_2}{100}\Rightarrow\frac{(F_1\times 10)+((100-F_1)\times 12)}{100}=10/4$$

$$\Rightarrow\frac{10F_1+1200-12F_1}{100}=10/4\Rightarrow 1200-2F_1=1040\Rightarrow 2F_1=160$$

$$\Rightarrow F_1=\%80\Rightarrow F_2=\%20$$

راه دوم:

نکته‌نستی برای ساده‌ترشدن محاسبات، می‌توان از فرمول زیر نیز برای محاسبهٔ جرم اتمی میانگین استفاده کرد. توجه داشته باشید که اجازهٔ استفاده از این روش را برای امتحانات نهایی ندارید و صرفاً می‌توانید از آن برای بررسی درستی جواب استفاده کنید.

درصد فراوانی ایزوتوپ ۲ — درصد فراوانی ایزوتوپ ۳

$$\bar{M}=M_1+\frac{F_2}{100}(M_2-M_1)+\frac{F_3}{100}(M_3-M_1)+\dots$$

جرم ایزوتوپ سبک‌تر — اختلاف جرم ایزوتوپ ۲ با ایزوتوپ سبک‌تر — اختلاف جرم ایزوتوپ ۳ با ایزوتوپ سبک‌تر

$$\bar{M}=M_1+\frac{F_2}{100}(M_2-M_1)\Rightarrow 10/4=10+\frac{F_2}{100}(2)$$

$$\Rightarrow F_2=20,\ F_1=80$$

$$\frac{\text{شمار ایزوتوپ‌های سبک‌تر}}{\text{شمار ایزوتوپ‌های سنگین}}=\frac{F_1}{F_2}=\frac{80}{20}=4$$

۹۴. راه اول:

$$\left.\begin{matrix}F_1=\%90\\F_2=\%8\end{matrix}\right\}\xrightarrow{F_1+F_2+F_3=100}F_3=\%2$$

$$\bar{M}=\frac{F_1M_1+F_2M_2+F_3M_3}{100}$$

$$\Rightarrow 12/12=\frac{(90\times a)+(8\times(a+1))+(2\times(a+2))}{100}$$

$$1212=90a+8a+8+2a+4\Rightarrow 1212=100a+12$$

$$\Rightarrow 1200=100a\Rightarrow a=12$$

راه دوم:

$$\bar{M}=M_1+\frac{F_2}{100}(M_2-M_1)+\frac{F_3}{100}(M_3-M_1)$$

$$\Rightarrow 12/12=a+\frac{8}{100}(1)+\frac{2}{100}(2)\Rightarrow 12/12=a+\frac{12}{100}$$

$$\Rightarrow a=12$$

۹۵.

${}^{a+2}_{6}X\Rightarrow {}^{14}_{6}X\Rightarrow\begin{cases}p=6\\e=6\\n=8\end{cases}$

$$\bar{M}_A=\frac{M_1F_1+M_2F_2}{F_1+F_2}\Rightarrow \bar{M}_A=\frac{(54\times 5)+(56\times 95)}{100}=55/9$$

$$\bar{M}_B=\frac{M_1F_1+M_2F_2+M_3F_3}{F_1+F_2+F_3}$$

$$\Rightarrow \bar{M}_B=\frac{(16\times 90)+(17\times 2)+(18\times 8)}{100}=16/18$$

$$\Rightarrow M_{A_2B_3}=2\bar{M}_A+3\bar{M}_B=2(55/9)+3(16/18)=160/34\ amu$$

۹۶. با توجه به شکل مجموع فراوانی‌ها را ۵۰ در نظر می‌گیریم.

$$\bar{M}=\frac{M_1F_1+M_2F_2}{F_1+F_2}\Rightarrow 79/96=\frac{79F_1+81(50-F_1)}{50}$$

$$\Rightarrow F_1=26\ (\text{خانه سیاه}),\ F_2=50-26=24\ (\text{خانه سفید})$$

۹۷.

$$\bar{M}=\frac{M_1F_1+M_2F_2+M_3F_3}{F_1+F_2+F_3}$$

$$21/1=\frac{(20\times 5)+(21\times 8)+(22\times x)}{5+8+x}$$

$$\Rightarrow 274/3+21/1x=268+22x\Rightarrow 6/3=0/9x\Rightarrow x=7$$

بنابراین باید هفت‌تا ✻ به شکل اضافه شود.

۹۸.

$F_1=\%68\quad F_2=\%26\quad F_3=\%6$

$M_1=28+30=58\ ,\ M_2=28+32=60\ ,\ M_3=28+x$

$$\bar{M}=\frac{M_1F_1+M_2F_2+M_3F_3}{F_1+F_2+F_3}$$

$$\Rightarrow 58/76=\frac{(68\times 58)+(26\times 60)+(6\times M_3)}{100}\Rightarrow M_3=62$$

$$M_3=28+x=62\Rightarrow x=34$$

۹۹. راه اول:

$$F_1+F_2=100\Rightarrow F_2=100-F_1$$

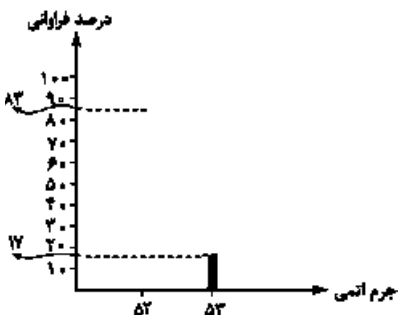
$$\bar{M}=\frac{M_1F_1+M_2F_2}{100}\Rightarrow 52/17=\frac{(52\times F_1)+(53\times(100-F_1))}{100}$$

$$\Rightarrow 5217=52F_1+5300-53F_1\Rightarrow F_1=\%83,\ F_2=\%17$$

راه دوم:

$$\bar{M}=M_1+\frac{F_2}{100}(M_2-M_1)$$

$$52/17=52+\frac{F_2}{100}(1)\Rightarrow F_2=\%17,\ F_1=\%83$$



۱۰۰. $F_1+F_2+F_3+F_4+F_5=100$

$\xrightarrow{F_2=1/4F_4} 8+1/4F_4+75+F_4+5=100$

$\Rightarrow 2/4F_4=12 \Rightarrow F_4=5, F_2=7$

$\bar{M}=\frac{M_1F_1+M_2F_2+M_3F_3+M_4F_4+M_5F_5}{F_1+F_2+F_3+F_4+F_5}$

$\bar{M}=\frac{(46\times8)+(47\times7)+(48\times75)+(49\times5)+(50\times5)}{100}$

$=47/92$ amu

۱۰۱. $\bar{M}=\frac{M_1F_1+M_2F_2+M_3F_3}{F_1+F_2+F_3}$

$\Rightarrow \bar{M}=\frac{(24\times78/70)+(25\times10/13)+(26\times11/17)}{100}$

$=24/3247$ amu

۱۰۲. مربوط به ^{39}K، زیرا جرم اتمی میانگین، جرمی نزدیک به فراوان‌ترین ایزوتوپ دارد.

۱۰۳. بله، زیرا جرم اتمی میانگین برم بین جرم اتمی دو ایزوتوپ آن است و به یک ایزوتوپ خیلی نزدیک‌تر نیست؛ پس می‌توان گفت درصد فراوانی ایزوتوپ‌های برم تقریباً برابر هستند.

فصل ۱ گفتار ۵
شمارش ذره‌ها از روی جرم آن‌ها

صفحهٔ ۱۶ تا ۱۹ کتاب درسی

شمارش ذره‌ها از روی جرم آن‌ها

برای شمارش تعداد زیادی از ذرات ریز کافی است که تعداد مشخصی از آن‌ها را شمارش کرد و وزن آن را تعیین نمود. به عنوان نمونه، اگر حدود ۲ کیلوگرم مهره داشته باشیم، ۵۰ مهره را شمارش کرده و وزن آن را تعیین می‌کنیم (۱۷۵ g)؛ بنابراین جرم هر مهره برابر $\frac{175}{50}=3/5$ گرم است.

مهره $571=\frac{2000}{3/5}\simeq$ تعداد کل مهره‌ها $=\frac{\text{جرم کل مهره‌ها}}{\text{جرم یک مهره}}$

مثال اگر بدانیم که میانگین جرم هر اتم هیدروژن $1\,amu=1/66\times10^{-24}\,g$ است، حساب کنید نمونهٔ یک‌گرمی از عنصر هیدروژن، چند اتم دارد؟

پاسخ:

$\begin{matrix}1\text{ atom} & 1/66\times10^{-24}\text{ g}\\ x\text{ atom} & 1\text{ g}\end{matrix} \Rightarrow x=\frac{1}{1/66\times10^{-24}}$

$=6/02\times10^{23}$ atom H

عدد آووگادرو (N_A): به عدد $6/02\times10^{23}$ عدد آووگادرو گفته می‌شود و با N_A نمایش داده می‌شود.

مول (mol): به $6/02\times10^{23}$ از هر ذره، یک مول از آن ذره گفته می‌شود. به عنوان نمونه یک مول لیتیم حاوی $6/02\times10^{23}$ اتم لیتیم است.

جرم مولی ($g.mol^{-1}$): جرم یک مول ذره برحسب گرم، جرم مولی آن نامیده می‌شود و با یکای $g.mol^{-1}$ نمایش داده می‌شود. به عنوان نمونه جرم مولی لیتیم برابر $6/94\ g.mol^{-1}$ است.

توجه گرم رایج‌ترین یکای اندازه‌گیری جرم در آزمایشگاه شناخته می‌شود، در حالی که یکای جرم اتمی ($1\,amu=1/66\times10^{-24}\,g$) یکای بسیار کوچکی برای جرم به شمار می‌رود و کار با آن در عمل ناممکن است. به همین دلیل از جرم مولی استفاده می‌شود.

$1\text{ atom H}=1/66\times10^{-24}\text{ g}=1\text{ amu}$

$1\text{ mol H}=1\text{ g H}: 1\ g.mol^{-1}$

کسرهای تبدیل

با استفاده از هم‌ارزی میان کمیت‌های مختلف که هم‌ارزش هستند می‌توان آن‌ها را به یکدیگر تبدیل کرد، به طوری که برای هر هم‌ارزی می‌توان دو عامل (کسر) تبدیل نوشت.

به کسرهای تبدیل زیر توجه کنید.

$1\text{ kg}\approx1000\text{ g} \Rightarrow \frac{1\text{ kg}}{1000\text{ g}}$ یا $\frac{1000\text{ g}}{1\text{ kg}}$

$1\text{ L}\approx1000\text{ cc}$ یا $1000\text{ mL} \Rightarrow \frac{1\text{ L}}{1000\text{ mL}}$ یا $\frac{1000\text{ mL}}{1\text{ L}}$

$1\text{ mol}\approx X(g) \Rightarrow \frac{1\text{ mol}}{X(g)}$ یا $\frac{X(g)}{1\text{ mol}}$

$1\text{ mol}\approx6/02\times10^{23}$ ذره $\Rightarrow \frac{1\text{ mol}}{6/02\times10^{23}\text{ ذره}}$ یا $\frac{6/02\times10^{23}\text{ ذره}}{1\text{ mol}}$

برای تبدیل از کسری استفاده می‌کنیم که یکای مورد نظر پس از تبدیل باقی بماند. به عنوان نمونه برای تبدیل ۲/۵ کیلوگرم به گرم داریم:

$?\,g=2/5\ \cancel{kg}\times\frac{1000\text{ g}}{1\ \cancel{kg}}=2500\text{ g}$

یا برای تبدیل ۲/۵ گرم به کیلوگرم داریم:

$?\,kg=2/5\ \cancel{g}\times\frac{1\text{ kg}}{1000\ \cancel{g}}=2/5\times10^{-3}\text{ kg}$

مثال **با استفاده از $1\,mol\,Al=27\,g\,Al$ و $1\,mol\,S=32\,g\,S$ حساب کنید.**

آ) ۰/۴ مول آلومینیم چند گرم جرم دارد؟

ب) ۱/۶ گرم گوگرد، چند مول گوگرد است؟

پ) $3/01\times10^{21}$ اتم گوگرد، چند مول و چند گرم گوگرد است؟

ت) ۳ گرم Al_2S_3 شامل چند اتم است؟

پاسخ: آ) $?\,g\,Al=0/4\ \cancel{mol\,Al}\times\frac{27\text{ g Al}}{1\ \cancel{mol\,Al}}=10/8\text{ g Al}$

ب) $?\,mol\,S=1/6\ \cancel{g\,S}\times\frac{1\text{ mol S}}{32\ \cancel{g\,S}}=0/05\text{ mol S}$

پ) $?\,mol\,S=3/01\times10^{21}\ \cancel{atom\,S}\times\frac{1\text{ mol S}}{6/02\times10^{23}\ \cancel{atom\,S}}$

$=5\times10^{-3}\text{ mol S}$

$?\,g\,S=3/01\times10^{21}\ \cancel{atom\,S}\times\frac{32\text{ g S}}{6/02\times10^{23}\ \cancel{atom\,S}}=0/16\text{ g S}$

ت) $Al_2S_3=2(27)+3(32)=150\ g.mol^{-1}$

$?atom=3g\,Al_2S_3\times\frac{1mol\,Al_2S_3}{150g\,Al_2S_3}\times\frac{6/02\times10^{23}\,Al_2S_3}{1mol\,Al_2S_3}\times\frac{5atom}{1Al_2S_3}$

$=0/6022\times10^{23}$ atom

پاسخ سؤالات

۱۰۴. درست

۱۰۵. نادرست؛ جرم یک مول ذره برحسب گرم را جرم مولی آن ذره می‌نامند.

۱۰۶. نادرست؛ یکای جرمی اتمی بسیار کوچک است و کار با آن در عمل ناممکن است.

۱۰۷. نادرست؛ به جرم یک مول از هر ماده، جرم مولی گفته می‌شود و عدد جرمی مجموع شمار پروتون‌ها و نوترون‌ها در اتم‌ها می‌باشد.

۱۰۸. نادرست؛ تعداد اتم‌های این دو نمونه با هم برابر هستند.

$$?\,Ar\ \text{اتم} = ۰/۵\,mol\,Ar \times \frac{۶/۰۲\times۱۰^{۲۳}\ Ar\ \text{اتم}}{۱\,mol\,Ar} = ۳/۰۱\times۱۰^{۲۳}\ \text{اتم آرگون}$$

$$?\,O\ \text{اتم} = ۰/۲۵\,mol\,O_۲ \times \frac{۶/۰۲\times۱۰^{۲۳}\ O_۲}{۱\,mol\,O_۲} \times \frac{۲\ O\ \text{اتم}}{۱\,O_۲} = ۳/۰۱\times۱۰^{۲۳}\ \text{اتم اکسیژن}$$

۱۰۹. درست

$$?\,S\ \text{اتم} = ۳/۲\,g\,S \times \frac{۱\,mol\,S}{۳۲\,g\,S} \times \frac{۱\,mol\,S\ \text{اتم}}{۱\,mol\,S} \times \frac{N_A\ S\ \text{اتم}}{۱\,mol\,S\ \text{اتم}} = ۰/۱\,N_A\ \text{اتم گوگرد}$$

$$?\,O\ \text{اتم} = ۱/۶\,g\,O_۲ \times \frac{۱\,mol\,O_۲}{۳۲\,g\,O_۲} \times \frac{۲\,mol\,O\ \text{اتم}}{۱\,mol\,O_۲} \times \frac{N_A\ O\ \text{اتم}}{۱\,mol\,O\ \text{اتم}} = ۰/۱\,N_A\ \text{اتم اکسیژن}$$

۱۱۰. آ) جرم یک مول کربن دی‌اکسید ۴۴/۰۱ گرم است.

ب) جرم مولی $C_{۱۲}H_{۲۲}O_{۱۱} = ۱۲(۱۲)+۲۲(۱)+۱۱(۱۶) = ۳۴۲\ g.mol^{-۱}$

جرم مولی $H_۲SO_۴ = ۲(۱)+۱(۳۲)+۴(۱۶) = ۹۸\ g.mol^{-۱}$

جرم مولی $NaNO_۳ = ۱(۲۳)+۱(۱۴)+۳(۱۶) = ۸۵\ g.mol^{-۱}$

۱۱۱.

$$?\,H\ \text{اتم} = ۱\,g\,H \times \frac{۱\ H\ \text{اتم}}{۱/۶۶\times۱۰^{-۲۴}\ g\ \text{هیدروژن}} = ۶/۰۲\times۱۰^{۲۳}\ H\ \text{اتم}$$

$$?\,g\,H = ۵\,N_A\ H\ \text{اتم} \times \frac{۱\,mol\,H}{N_A\ H\ \text{اتم}} \times \frac{۱\,g\,H}{۱\,mol\,H} = ۵\,g\,H$$

۱۱۲.

$$?\,g\,B = ۱\,mol\,B \times \frac{N_A\ B\ \text{اتم}}{۱\,mol\,B} \times \frac{۱/۷۹۴\times۱۰^{-۲۳}\ g\,B}{۱\,B\ \text{اتم}} = ۱۰/۸\,g\,B$$

۱۱۳.

$$?\,mol\,C = ۰/۳۶\,g\,C \times \frac{۱\,mol\,C}{۱۲\,g\,C} = ۰/۰۳\,mol\,C$$

$$?\,C\ \text{اتم} = ۰/۳۶\,g\,C \times \frac{۱\,mol\,C}{۱۲\,g\,C} \times \frac{N_A\ C\ \text{اتم}}{۱\,mol\,C} = ۰/۰۳\times N_A = ۱۸/۰۶\times۱۰^{۲۱}\ C\ \text{اتم}$$

۱۱۴. آ)

$$?\,mol\,CO_۲ = ۱/۱\,g\,CO_۲ \times \frac{۱\,mol\,CO_۲}{۴۴\,g\,CO_۲} = ۰/۰۲۵\,mol\,CO_۲$$

ب)

$$?\,\text{مولکول}\ CO_۲ = ۱/۱\,g\,CO_۲ \times \frac{۱\,mol\,CO_۲}{۴۴\,g\,CO_۲} \times \frac{N_A\ CO_۲\ \text{مولکول}}{۱\,mol\,CO_۲} = ۰/۰۲۵\times N_A = ۱۵/۰۵\times۱۰^{۲۱}\ CO_۲\ \text{مولکول}$$

پ)

$$?\,O\ \text{اتم} = ۱/۱\,g\,CO_۲ \times \frac{۱\,mol\,CO_۲}{۴۴\,g\,CO_۲} \times \frac{N_A\ CO_۲}{۱\,mol\,CO_۲} \times \frac{۲\,O\ \text{اتم}}{۱\,CO_۲} = ۰/۰۵\times N_A = ۳/۰۱\times۱۰^{۲۲}\ O\ \text{اتم}$$

ت)

$$?\,\text{اتم} = ۱/۱\,g\,CO_۲ \times \frac{۱\,mol\,CO_۲}{۴۴\,g\,CO_۲} \times \frac{N_A\ CO_۲}{۱\,mol\,CO_۲} \times \frac{۳\ \text{اتم}}{۱\,CO_۲} = ۰/۰۷۵\,N_A = ۴۵/۱۵\times۱۰^{۲۱}\ \text{اتم}$$

۱۱۵.

$$?\,g\,H_۲O = ۰/۲\,mol\,H_۲O \times \frac{۱۸\,g\,H_۲O}{۱\,mol\,H_۲O} = ۳/۶\,g\,H_۲O$$

$$?\,\text{اتم} = ۰/۲\,mol\,H_۲O \times \frac{۳\,\text{mol اتم}}{۱\,mol\,H_۲O} \times \frac{N_A\ \text{اتم}}{۱\,\text{mol اتم}} = ۳۶/۱۲\times۱۰^{۲۲}\ \text{اتم}$$

۱۱۶.

$$?\,g\,SO_۲ = ۹/۰۳\times۱۰^{۲۱}\ SO_۲\ \text{مولکول} \times \frac{۱\,mol\,SO_۲}{N_A\ SO_۲\ \text{مولکول}} \times \frac{۶۴\,g\,SO_۲}{۱\,mol\,SO_۲} = ۰/۹۶\,g\,SO_۲$$

$$?\,\text{اتم} = ۹/۰۳\times۱۰^{۲۱}\ SO_۲\ \text{مولکول} \times \frac{۳\ \text{اتم}}{۱\ SO_۲\ \text{مولکول}} = ۲۷/۰۹\times۱۰^{۲۱}\ \text{اتم}$$

۱۱۷. گزینهٔ «۱» زمانی که مول یکسان از ترکیب‌ها داریم، اتم ترکیبی بیشتر است که در فرمول شیمیایی خود اتم بیشتری داشته باشد. ← $K_۲SO_۴$

۱۱۸. گزینهٔ «۲»

$$?\,\text{اتم} = ۱\,g\,CO_۲ \times \frac{۱\,mol\,CO_۲}{۴۴\,g\,CO_۲} \times \frac{۳\,\text{mol اتم}}{۱\,mol\,CO_۲} \times \frac{N_A\ \text{اتم}}{۱\,\text{mol اتم}} = \frac{۳}{۴۴}\,N_A\ \text{اتم}$$

$$?\,\text{اتم} = ۱\,g\,NH_۳ \times \frac{۱\,mol\,NH_۳}{۱۷\,g\,NH_۳} \times \frac{۴\,\text{mol اتم}}{۱\,mol\,NH_۳} \times \frac{N_A\ \text{اتم}}{۱\,\text{mol اتم}} = \frac{۴}{۱۷}\,N_A\ \text{اتم}$$

$$?\,\text{اتم} = ۱\,g\,OF_۲ \times \frac{۱\,mol\,OF_۲}{۵۴\,g\,OF_۲} \times \frac{۳\,\text{mol اتم}}{۱\,mol\,OF_۲} \times \frac{N_A\ \text{اتم}}{۱\,\text{mol اتم}} = \frac{۳}{۵۴}\,N_A\ \text{اتم}$$

$$?\,\text{اتم} = ۱\,g\,HF \times \frac{۱\,mol\,HF}{۲۰\,g\,HF} \times \frac{۲\,\text{mol اتم}}{۱\,mol\,HF} \times \frac{N_A\ \text{اتم}}{۱\,\text{mol اتم}} = \frac{۱}{۱۰}\,N_A\ \text{اتم}$$

بنابراین یک گرم $NH_۳$ در بین ۴ ترکیب داده‌شده تعداد اتم بیشتری دارد.

۱۱۹. اتم‌های هر دو نمونه با هم برابر است.

آ)

$$?\,\text{اتم} = ۷/۲\,g\,H_۲O \times \frac{۱\,mol\,H_۲O}{۱۸\,g\,H_۲O} \times \frac{۳\,\text{mol اتم}}{۱\,mol\,H_۲O} \times \frac{N_A\ \text{اتم}}{۱\,\text{mol اتم}} = ۱/۲\,N_A\ \text{اتم}$$

ب)

$$?\,\text{اتم} = ۰/۳\,mol\,NH_۳ \times \frac{۴\,\text{mol اتم}}{۱\,mol\,NH_۳} \times \frac{N_A\ \text{اتم}}{۱\,\text{mol اتم}} = ۱/۲\,N_A\ \text{اتم}$$

۱۲۰.

$${}_۹F^- \Rightarrow p=۹\,,\ e=p+۱=۱۰$$

$$?\,e^- = ۰/۰۰۵\,mol\,F^- \times \frac{۱۰\,mol\,e^-}{۱\,mol\,F^-} \times \frac{N_A\ e^-}{۱\,mol\,e^-} = ۰/۰۵\times N_A = ۳/۰۱\times۱۰^{۲۲}\ e^-$$

۱۲۱.

$$?\,mol\,C_۳H_۸ = ۲/۲\,g\,C_۳H_۸ \times \frac{۱\,mol\,C_۳H_۸}{۴۴\,g\,C_۳H_۸} = ۰/۰۵\,mol\,C_۳H_۸$$

$$?\,H\ \text{اتم} = ۰/۰۵\,mol\,C_۳H_۸ \times \frac{۸\,mol\,H}{۱\,mol\,C_۳H_۸} \times \frac{N_A\ H\ \text{اتم}}{۱\,mol\,H} = ۲۴/۰۸\times۱۰^{۲۲}\ H\ \text{اتم}$$