

تعاریف و نحوه حل مسائل اعداد اتمی و جرمی

$$Z = P$$

عدد اتمی (Z): به تعداد پروتون‌های موجود در هسته یک اتم، عدد اتمی گفته می‌شود.

$$Z = P = e$$

چون در حالت خنثی تعداد الکترون‌ها و پروتون‌های یک اتم برابر است، داریم:

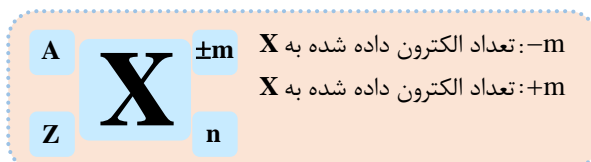
$$A = P + N$$

عدد جرمی (A): به مجموع تعداد پروتون‌ها و نوترون‌ها در یک اتم عدد جرمی گفته می‌شود:

$$A = Z + N$$

چون تعداد پروتون‌ها همان عدد اتمی است، خواهیم داشت:

به نماد عنصر X که در زیر آورده شده است دقت کنید:



نکته همواره تعداد نوترون‌ها در یک اتم خنثی برابر و یا بزرگ‌تر از تعداد پروتون‌ها و الکترون‌ها است ($N \geq P$) (به جز H) که نوترون ندارد؛ بنابراین اگر صحبت از اختلاف بین تعداد پروتون‌ها و نوترون‌ها شد، منظور $N - P$ است نه $P - N$!

تست

۱) عدد جرمی X^{+} برابر ۲۰۰ و تعداد نوترون‌های آن ۱/۵ برابر تعداد پروتون‌ها است. تعداد الکترون‌های X کدام است؟

۷۸ (۱) ۷۹ (۲) ۸۰ (۳) ۸۱ (۴) (المپیاد)

نکته برای حل مسائل عدد اتمی و جرمی از رابطه زیر استفاده کنید:

$$Z = \frac{A - (n - e) +}{2}$$

$$Z = \frac{A -}{2}$$

تست

۲) در یون X^{2+} اختلاف بین الکترون‌ها و نوترون‌ها برابر ۴ است. اگر عدد جرمی این یون برابر ۲۷ باشد، تعداد پروتون‌های آن کدام است؟

۱۲ (۱) ۱۳ (۲) ۱۴ (۳) ۱۵ (۴)



تست

۳) پاسخ دو سوال زیر در کدام گزینه آمده است؟

آ- اگر در یون $^{204}_{34}\text{X}^{3+}$ اختلاف بین الکترون و نوترون برابر ۴۵ باشد، عدد اتمی این عنصر کدام است؟

ب- در یون $^{53}_{53}\text{Y}^{-}$ اختلاف بین الکترون و نوترون برابر ۲۰ است. عدد جرمی این گونه کدام است؟

۱۲۶ - ۸۲ (۱) ۱۲۶ - ۸۱ (۲) ۱۲۷ - ۸۱ (۳) ۱۲۷ - ۸۲ (۴)

تست

۴) چه تعداد از عبارت‌های زیر نادرست هستند؟

آ- در یون $^{6x+19}_{2x}\text{A}^{2+}$ اختلاف تعداد نوترون و الکترون برابر ۲۰ است.

ب- اگر تفاوت تعداد نوترون و الکترون در یون $^{75}_{35}\text{A}^{3-}$ برابر ۶ باشد، تعداد نوترون‌های این اتم برابر ۴۲ است.

پ- اگر در یون A^{2+} اختلاف شمار الکترون‌ها و نوترون‌ها برابر ۱۱ باشد رابطه $\text{A} = 2\text{Z} + 8$ برقرار است.

۰ (۱) ۱ (۲) ۲ (۳) ۳ (۴)

تست

۵) در گونه تک‌اتمی X تفاوت تعداد الکترون و نوترون برابر ۲ است. اگر تعداد نوترون‌ها ۳۲ درصد و تعداد الکترون‌ها ۳۶

درصد ذره‌های زیراتمی باشند، عدد اتمی این عنصر کدام است؟

۲۰ (۱) ۱۶ (۲) ۱۲ (۳) ۸ (۴)

ایزوتوپ

بررسی‌ها نشان می‌دهد که اغلب در یک نمونه طبیعی از عنصری معین اتم‌های سازنده جرم یکسانی ندارند. **ایزوتوپ:** به اتم‌های یک عنصر که عدد اتمی یکسان ولی عدد جرمی متفاوت دارند، ایزوتوپ گفته می‌شود. با توجه به این که عدد اتمی (تعداد پروتون‌ها) در آن‌ها یکسان است، علت تفاوت جرم اتم‌های ایزوتوپ‌های مختلف یک عنصر قطعاً تفاوت در تعداد نوترون‌های آن‌ها است. به شباهت‌ها و تفاوت‌های دو ایزوتوپ دقت کنید:

عامل	عدد اتمی	عدد جرمی	تعداد الکترون‌ها	تعداد پروتون‌ها	تعداد نوترون‌ها	خواص شیمیایی	خواص فیزیکی وابسته به جرم
ایزوتوپ‌ها	مشابه	متفاوت	مشابه	مشابه	متفاوت	مشابه	متفاوت

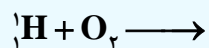
تمرین

۶) جاهای خالی زیر را پر کنید:

- آ - منیزیم دارای ایزوتوپ ، و است.
 ب - اتم کالر در طبیعت دارای دو ایزوتوپ و است.
 پ - لیتیم دارای دو ایزوتوپ با فراوانی و با فراوانی است.
 ت - هر چه فراوانی یک ایزوتوپ در طبیعت بیشتر باشد آن ایزوتوپ است و سطح انرژی دارد.
 ث - اغلب هسته‌هایی که ناپایدار هستند و پرتوزایی می‌کنند که به آنها می‌گوییم.

تمرین

۷) کدام واکنش زیر سریعتر است؟



تمرین

۸) لیتیم دارای ۲ ایزوتوپ ^6Li و ^7Li می‌باشد. اتم این ایزوتوپ‌ها در چند مورد با یکدیگر مشابه هستند؟

۱- جرم مولی ۲- تعداد ذرات زیر اتمی ۳- آرایش الکترونی ۴- چگالی اکسید

۵- رنگ ۶- شماره خانه در جدول تناوبی ۷- شدت واکنش با آب ۸- عدد اتمی



تمرین

۹) با توجه به جدول زیر به سؤالات مطرح شده پاسخ دهید.

نماد ایزوتوپ ویژگی ایزوتوپ	^1_1H	^2_1H	^3_1H	^4_2He	^5_3Li	^6_3Li	$^{13}_6\text{C}$
نیم عمر	پایدار	پایدار	۱۲/۳۲ سال	1.4×10^{-22} ثانیه	9.1×10^{-22} ثانیه	2.9×10^{-22} ثانیه	2.3×10^{-23} ثانیه
درصد فراوانی در طبیعت	۹۹/۹۸۸۵	۰/۰۱۱۴	ناچیز	(ساختگی)	(ساختگی)	(ساختگی)	(ساختگی)

۱- ناپایدارترین ایزوتوپ طبیعی کدام است؟

۲- هیدروژن چند رادیوایزوتوپ دارد؟

۳- پایدارترین ایزوتوپ ساختگی هیدروژن دارای چند نوترون است؟

۴- ترتیب پایداری ایزوتوپ های هیدروژن را بنویسید؟

۵- درستی یا نادرستی عبارت های زیر را مشخص کنید.

آ) هیدروژن دارای سه ایزوتوپ پایدار است.

ب) در پایدارترین ایزوتوپ ساختگی، شمار ذرات زیراتمی خنثی ۲ برابر شمار ذرات زیراتمی باردار است.

پ) همواره با افزایش تعداد نوترون در هیدروژن ها نیمه عمر آنها کوتاه تر می شود.

ت) در ناپایدارترین ایزوتوپ هیدروژن، مجموع ذرات زیراتمی برابر ۸ واحد است.

تمرین

۱۰) در هر یک از ترکیب های زیر تعداد p و N را بنویسید؟ ($D = ^2_1\text{H}$, $T = ^3_1\text{H}$)

آ- H_3O^+ ($^{16}_8\text{O}$) ب- T_2HO^+ ($^{16}_8\text{O}$) پ- HDTO^+ ($^{16}_8\text{O}$)

تست

۱۱) در یک نمونه ی طبیعی از گاز هیدروژن، چند مولکول H_2 وجود دارد؟

۳ (۱) ۶ (۲) ۸ (۳) ۱۲ (۴)

۱۲) با وجود سه ایزوتوپ هیدروژن (^1H ، ^2D و ^3T) و دو ایزوتوپ اکسیژن (^{16}O و ^{18}O) به سؤالات زیر پاسخ دهید.
آ - چند نوع آب می توان نوشت؟

ب - اختلاف جرم سبک ترین و سنگین ترین آب کدام است؟

پ - چند نوع آب با جرم متفاوت می توان نوشت؟

ت - چند نوع آب با جرم 20° گرم می توان نوشت؟

ث - کدام مولکول آب نقطه ی ذوب و جوش بالاتری دارد؟



تمرین

۱۳) با توجه به این که کلر دو ایزوتوپ (^{37}Cl , ^{35}Cl) و اکسیژن سه ایزوتوپ (^{18}O , ^{17}O , ^{16}O) دارند، به سؤالات زیر پاسخ دهید.
آ- در یک نمونه‌ی طبیعی Cl_2O چند نوع مولکول می‌توان یافت؟

ب- تفاوت جرم سبک‌ترین و سنگین‌ترین این مولکول‌ها را بنویسید.

پ- کدام مولکول نقطه جوش بیشتری دارد؟

تست

۱۴) با توجه به سه ایزوتوپ کربن (^{12}C , ^{13}C , ^{14}C) و دو ایزوتوپ کلر (^{37}Cl , ^{35}Cl) تفاوت جرم سنگین‌ترین و سبک‌ترین کربن تتراکلرید چند گرم است؟
(ریاضی ۹۴)

۱۰ (۴)

۹ (۳)

۸ (۲)

۷ (۱)

تست

۱۵) با وجود سه ایزوتوپ نیتروژن و سه ایزوتوپ هیدروژن چند مولکول آمونیاک می‌توان نوشت؟

۲۴ (۴)

۳۰ (۳)

۲۷ (۲)

۱۸ (۱)

✓ تست

۱۶) اتم کربن دارای سه ایزوتوپ و اتم کلر هم دارای دو ایزوتوپ است. چند مولکول CCl_4 می تواند وجود داشته باشد؟

- (۱) ۵ (۲) ۱۰ (۳) ۱۵ (۴) ۱۸

✓ تست

۱۷) با وجود ۲ ایزوتوپ هیدروژن و ۲ ایزوتوپ اکسیژن چند نوع مولکول H_2O_2 می توان نوشت؟

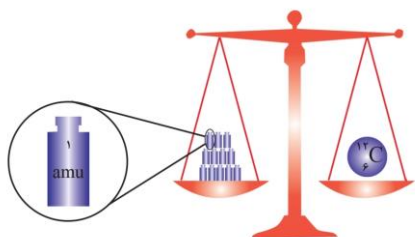
- (۱) ۸ (۲) ۹ (۳) ۱۰ (۴) ۱۱

✓ تست

۱۸) اگر اتم کربن دارای ۲ ایزوتوپ باشد، چند نوع اتین می توان یافت که دارای هیدروژن ساختگی نیست؟

- (۱) ۶ (۲) ۱۲ (۳) ۲۱ (۴) ۱۸

جرم‌ها



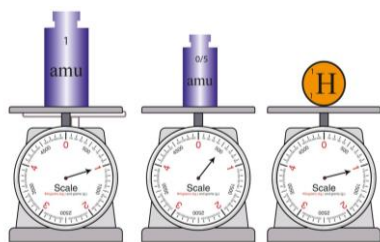
جرم اتمی: به جرم یک اتم برحسب واحد کربنی (amu) می‌گویند.
جرم مولکولی: به جرم یک مولکول برحسب واحد کربنی (amu) می‌گویند.
واحد کربنی (amu): به $\frac{1}{12}$ یا جرم کربن-۱۲ (^{12}C)،
 واحد کربنی (amu) یا (U) می‌گویند.

جرم مولی: به جرم یک مول از هر ذره (اتم، مولکول، یون و ...) بر حسب گرم، جرم مولی گفته می‌شود.

$$1 \text{ amu} = 1/66 \times 10^{-24} \text{ g}$$

$$1 \text{ amu} \times N_A = 1 \text{ g}$$

در واقع اگر ما تعداد 6.02×10^{23} عدد از وزنه‌هایی به جرم ۱amu برداریم، جرم آن برابر ۱ وزنه یک گرمی خواهد بود.



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

$$\frac{1}{2000} \text{ amu} = \text{جرم الکترون}$$

$$1 \text{ amu} = \text{جرم نوترون}$$

$$1 \text{ amu} = \text{جرم پروتون}$$

پس جرم تقریبی:

جرم دقیق:

در نماد ذرات زیراتمی عدد سمت چپ در بالا جرم نسبی و عدد سمت چپ در پایین بار نسبی ذره است.

تمرین

۱۹) نماد ذرات زیر اتمی e، p و n را بنویسید.

تمرین

۲۰) درستی یا نادرستی هریک از عبارتهای زیر را مشخص کنید.

آ- جرم اتمی هیدروژن (^1H) برابر 1g.mol^{-1} است.

ب- جرم مولی اتم اکسیژن (^{16}O) برابر 16amu است.

پ- جرم مولی مولکول هیدروژن (^1H) برابر 1g.mol^{-1} است.

ث- عدد جرمی اکسیژن (^{16}O) برابر 16g.mol^{-1} است.

تست

۲۱) اگر جرم پروتون 1840 برابر جرم الکترون، جرم نوترون 1850 برابر جرم الکترون و جرم الکترون برابر 54amu (ریاضی ۹۳) در نظر گرفته شود، جرم تقریبی یک اتم (^2H) برابر چند گرم خواهد بود؟ ($1\text{amu} = 1/66 \times 10^{-24}\text{g}$)

(۱) $4/96 \times 10^{-24}$ (۲) $9/112 \times 10^{-24}$ (۳) $4/34 \times 10^{-22}$ (۴) $9/115 \times 10^{-22}$

روش محاسبه جرم اتمی میانگین

برای به دست آوردن جرم اتمی میانگین ایزوتوپها، از رابطه‌ی روبه‌رو استفاده می‌کنیم:

$$M = \frac{M_1F_1 + M_2F_2 + \dots}{F_1 + F_2 + \dots}$$

M_1, M_2, \dots و ... : جرم ایزوتوپها

F_1, F_2, \dots و ... : فراوانی ایزوتوپها

M: جرم اتمی میانگین

نکته ۱

۲



تست ✓

۲۲) با فرض این که در طبیعت دو ایزوتوپ اکسیژن به صورت $^{16}_8\text{O}$ و $^{18}_8\text{O}$ وجود داشته باشند و جرم اتمی میانگین ایزوتوپ‌ها برابر $16/4$ باشد، فراوانی ایزوتوپ پایدارتر چند درصد است؟

- (۱) 80 (۲) 20 (۳) 30 (۴) 60

یک فرمول خاص:

F_1 و F_2 : فراوانی ایزوتوپ سبک و سنگین

m_1 و m_2 : جرم ایزوتوپ سبک و سنگین

m : جرم اتمی میانگین

$$F_1 = \frac{m - m_2}{m_1 - m_2} \times 100$$

تست ✓

۲۳) نقره دارای دو ایزوتوپ با جرم‌های $106/9$ و $108/9$ است. اگر فراوانی ایزوتوپ سبک‌تر آن برابر با 52 درصد باشد، جرم اتمی متوسط نقره کدام است؟

- (۱) $107/84$ (۲) $107/86$ (۳) $107/88$ (۴) $107/89$

تست ✓

۲۴) 40 درصد عنصری در طبیعت به صورت ^X_ZA و بقیه‌ی آن به صورت $^{X+4}_Z\text{A}$ است. اگر جرم اتمی میانگین این عنصر $12/4$ باشد، حالت پایدار این عنصر را به کدام صورت می‌توان نمایش داد؟

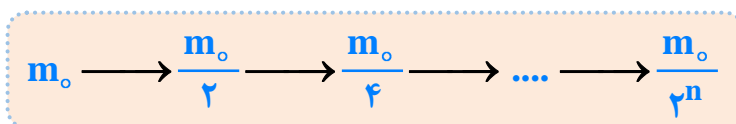
- (۱) ^1_1A (۲) $^{14}_2\text{A}$ (۳) $^{12}_2\text{A}$ (۴) $^{13}_2\text{A}$

✓ تست

(۲۵) با توجه به داده‌های جدول زیر، جرم مولی ترکیب A_2X_3 چقدر است؟ (ریاضی فارغ ۹۵)

$^{37}_{18}X$	$^{35}_{17}X$	$^{47}_{20}A$	$^{45}_{20}A$	ایزوتوپ	$20.3/4$ (۲)	$213/6$ (۱)
۸۰	۲۰	۹۰	۱۰	درصد فراوانی	$188/7$ (۴)	$198/5$ (۳)

⇒ نیمه عمر ⇐



$$m_0 = \text{مقدار اولیه}$$

$$\frac{m_0}{2^n} = \text{مقدار باقی مانده}$$

$$m_0 - \frac{m_0}{2^n} = \text{مقدار مصرفی}$$

✓ تست

(۲۶) مقداری A وارد ظرف می‌کنیم تا واکنش فرضی $A \rightarrow B$ انجام شود. اگر با گذشت هر ساعت، نصف ماده A مصرف شود، چند ساعت زمان لازم است تا ۹۳/۷۵ درصد A تجزیه شود؟

- (۱) ۲ (۲) ۳ (۳) ۴ (۴) ۵

✓ تست

(۲۷) نیمه عمر 3_1H حدود ۱۲/۳ سال است. اگر پس از ۳۶/۹ سال مقدار 3_1H باقی مانده در ظرف برابر ۲۰ گرم باشد، مقدار اولیه 3_1H کدام بوده است؟

- (۱) ۱۶۰ (۲) ۸۰ (۳) ۳۲۰ (۴) ۴۰



✓ تست

۲۸) رادیوایزوتوپ A دارای نیمه عمر ۳۰ ثانیه است. پس از گذشت ۳ دقیقه ۳۱/۵ گرم از این رادیوایزوتوپ از بین رفته است. مقدار اولیه این رادیوایزوتوپ کدام است؟

۱۰۰۸ (۴)

۲۰۱۶ (۳)

۳۲ (۲)

۶۴ (۱)



استوکیومتری اتمی، مولکولی، جرمی و مولی



_____ = _____ = _____ = _____

✓ تست

۲۹) ۱/۶ گرم گوگرد دی اکسید دارای چند اتم اکسیژن است؟ ($S = 32, O = 16 : g.mol^{-1}$)

$6/02 \times 10^{22}$ (۴)

$3/01 \times 10^{22}$ (۳)

$3/01 \times 10^{23}$ (۲)

$6/02 \times 10^{23}$ (۱)

تست ✓

۳۰ نمونه‌ای از $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$ از دارای $3/01 \times 10^{21}$ اتم نیتروژن است. این نمونه دارای چند گرم Mg می‌باشد؟ ($\text{Mg} = 24, \text{N} = 14, \text{O} = 16 \text{ g.mol}^{-1}$)

- ۰/۰۲ (۱) ۰/۰۶ (۲) ۰/۱۲ (۳) ۰/۱۸ (۴)

تست ✓

۳۱ جرم $3/01 \times 10^{22}$ مولکول از اکسیدی با فرمول N_2O_n برابر با ۵/۴ گرم است. مقدار n کدام است؟ ($\text{N} = 14, \text{O} = 16 \text{ g.mol}^{-1}$) (تجربی ۹۵)

- ۱ (۱) ۲ (۲) ۳ (۳) ۵ (۴)

تست ✓

۳۲ مقدار a گرم کربن تتراکلرید (CCl_4) کاملاً خالص شامل $a^2 \times (\frac{3/01 \times 10^{20}}{3/08})$ اتم است. مقدار a کدام است؟ ($\text{C} = 12, \text{Cl} = 35/5 \text{ g.mol}^{-1}$)

- ۲۵۰ (۱) ۱۵۰ (۲) ۲۰۰ (۳) ۱۲۰ (۴)

تست ✓

۳۳ در واکنش $4\text{NH}_3 + 5\text{O}_2 \longrightarrow 4\text{NO} + 6\text{H}_2\text{O}$ به ازای مصرف $3/6 \times 10^{21}$ مولکول گاز O_2 ، چند مولکول گاز NO تولید می‌شود؟

- ۲/۸۸ $\times 10^{21}$ (۱) ۳/۶ $\times 10^{21}$ (۲) ۴/۵ $\times 10^{21}$ (۳) ۷/۲ $\times 10^{21}$ (۴)



تست ✓

۳۴) اگر در ۸ گرم از M_2O_3 ، $9/03 \times 10^{22}$ ذره از آنیون آن وجود داشته باشد، جرم مولی M چقدر است؟ ($O = 16: g.mol^{-1}$)

- ۵۶ (۱) ۱۱۲ (۲) ۲۸ (۳) ۱۴ (۴)

تست ✓

۳۵) در نیم مول از یون N_3^- چه تعداد الکترون وجود دارد؟ (N)

- ۶/۰۲ × ۱۰^{۲۳} (۱) ۶/۰۲ × ۱۰^{۲۴} (۲) ۶/۶۲ × ۱۰^{۲۳} (۳) ۶/۶۲ × ۱۰^{۲۴} (۴)

تست ✓

۳۶) شمار اتم‌های مس در یک سیم مسی به طول یک متر و قطر ۸ میلی متر کدام است؟ چگالی مس را برابر $9 g.cm^{-3}$ در نظر بگیرید. ($Cu = 64: g.mol^{-1}$)

- ۲/۴ × ۱۰^{۲۴} (۱) ۴/۲ × ۱۰^{۲۴} (۲) ۳/۸ × ۱۰^{۲۵} (۳) ۳/۲ × ۱۰^{۲۵} (۴)

تست

۳۷ تعداد اتمها در ۲ گرم گاز اوزون (O_3) برابر تعداد مولکولها در ۸ گرم گاز XO_2 است. جرم اتمی X کدام است؟ ($O = 16 : g.mol^{-1}$)

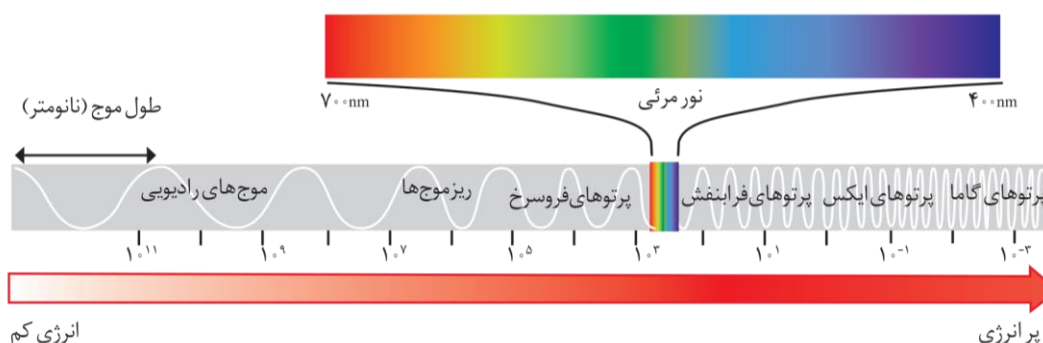
۲۸ (۴)

۱۲ (۳)

۱۴ (۲)

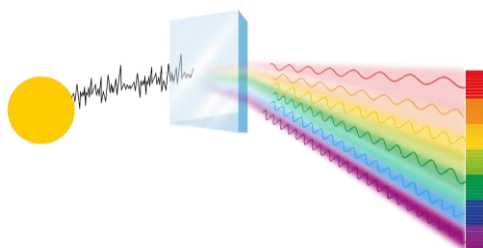
۳۲ (۱)

طیف نشری خطی و نظریه بور



قرمز < نارنجی < زرد < سبز < آبی < نیلی < بنفش: **طول موج نور مرئی**

پرتوهای گاما > پرتوی X > پرتوهای فرابنفش > نور مرئی > پرتوهای فروسرخ > ریزموجها > موجهای رادیویی: **طول موج**



نکته نور مرئی بخش کوچکی از گستره پرتوهای الکترومغناطیسی است

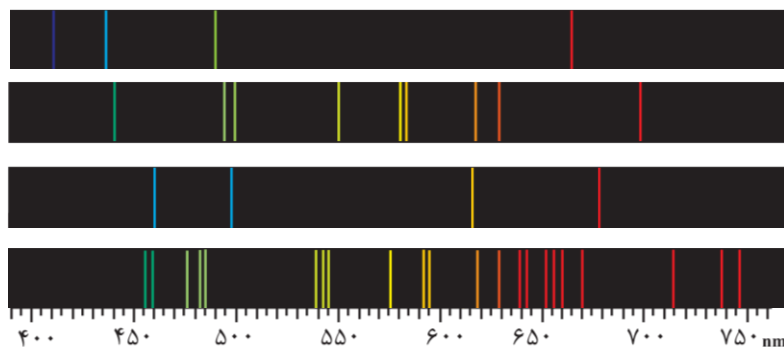
که طول موج بین ۴۰۰ تا ۷۰۰ نانومتر را دارد.

چشم ما تنها میتواند گستره مرئی را ببیند.

نکته دقت کنید

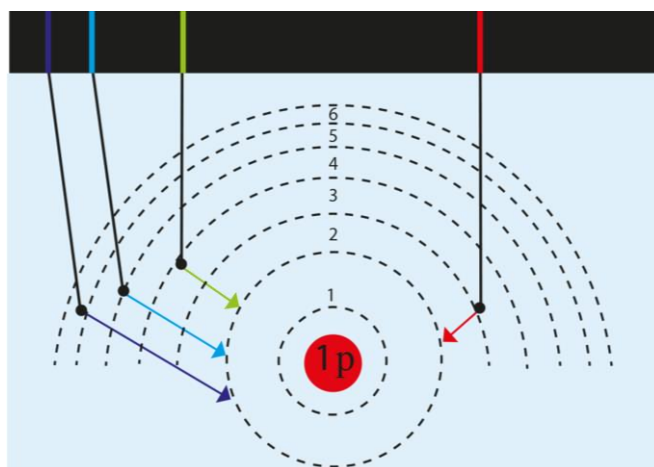


شیمیدان‌ها به فرایندی که در آن یک ماده شیمیایی با جذب انرژی، از خود پرتوهای الکترومغناطیس گسیل می‌دارد، نشر می‌گویند. اگر نور نشر شده از یک ترکیب لیتیم‌دار در شعله را از یک منشور عبور دهیم، الگویی بدست می‌آید که به آن طیف نشری خطی لیتیم می‌گویند.



نکته طیف نشری خطی هیچ دو عنصری شبیه به هم نیست و هر عنصر (فلز، نافلز یا شبه فلز) طیف نشری خطی خاص خود را دارد و مانند اثر انگشت می‌توان از این طیف برای شناسایی عنصر موردنظر بهره گرفت.

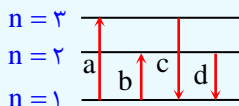
E



طول موج	انتقال الکترون	رنگ طیف
656 nm	مربوط به انتقال الکترون از $n=3$ به $n=2$	۱- خط قرمز
486 nm	مربوط به انتقال الکترون از $n=4$ به $n=2$	۲- خط سبز
434 nm	مربوط به انتقال الکترون از $n=5$ به $n=2$	۳- خط آبی
410 nm	مربوط به انتقال الکترون از $n=6$ به $n=2$	۴- خط بنفش

✓ تست

۳۸ در طیف نشری خطی عنصری ۲ خط طیفی با طول موج‌های ۲۰۰ و ۲۵۰ نانومتر دیده می‌شود. کدام انتقال در شکل مقابل، مربوط به طول موج ۲۰۰ نانومتر است؟



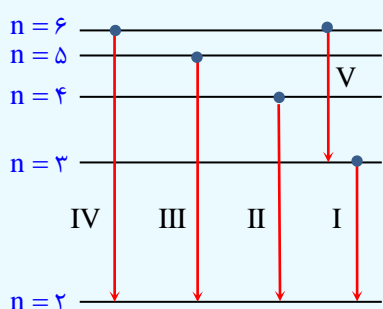
b (۲)

a (۱)

d (۴)

c (۳)

✓ تمرین



۳۹ با توجه به شکل درستی یا نادرستی هر یک از عبارتهای زیر را مشخص کنید.

آ- با افزایش فاصله از هسته، اختلاف انرژی بین لایه‌های متوالی کاهش می‌یابد.

ب- انتقال (V) باعث تابش فروسرخ می‌شود.

پ- الکترون در حالت $n=6$ پایدارتر از الکترون در حالت $n=5$ است.

ت- بلندترین طول موج مربوط به پرتوی شماره‌ی (IV) است.

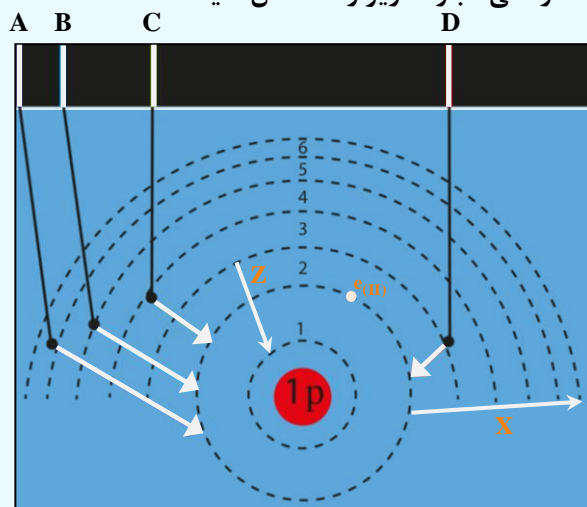
ث- میزان انحراف پرتوی (I) در منشور کمتر از میزان انحراف پرتوی (II) است.

ج- تفاوت طول موج پرتوهای (III) و (IV) بیشتر از این تفاوت میان پرتوهای (II) و (III) است.

چ- (IV) نوار بنفش رنگ و (II) نوار سبزرنگ است.

✓ تمرین

۴۰ با توجه به شکل مقابل درستی یا نادرستی عبارات زیر را مشخص کنید.



آ- چنانچه انتقال الکترون Z انجام گیرد، نوری با طول موج فروسرخ نشر می‌شود.

ب- اگر الکترون در مسیر X حرکت کند، با کاهش جاذبه هسته، انرژی آن کاهش می‌یابد.

پ- اگر طول موج خط C را به الکترون (II) بتابانیم، به لایه $n=4$ می‌رود.

ت- مناسب ترین شیوه برای بازگشت به حالت پایه برای الکترون (II) نشر نور قرمز است.

ث- خط طیفی D نسبت به سایر خطوط موجود در طیف، بیشترین انحراف را در منشور دارد.

ج- در طول موج‌های کوتاه تر، خطوط رنگی طیف نشری خطی هیدروژن نسبت به یکدیگر فاصله بیشتری دارند.

چ- انرژی پرتو ایجاد کننده خط D بیشتر از خط C است.

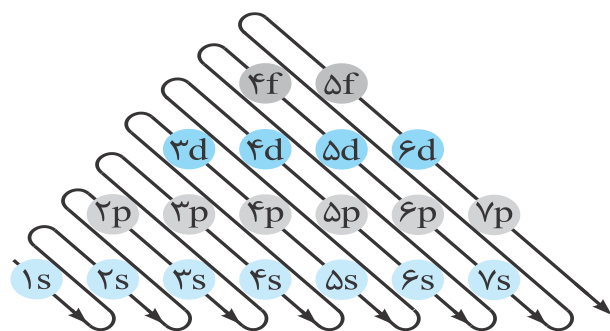
آرایش الکترونی

انواع زیر لایه‌ها و نحوه رسم آرایش الکترونی

- (۱) **زیر لایه s**: این زیر لایه دارای یک اوربیتال کروی شکل است و می‌تواند حداکثر ۲ الکترون را در خود جای دهد.
 - (۲) **زیر لایه p**: این زیر لایه شامل سه اوربیتال دمبلی شکل است و می‌تواند حداکثر ۶ الکترون را در خود جای دهد.
 - (۳) **زیر لایه d**: این زیر لایه شامل پنج اوربیتال است و می‌تواند حداکثر ۱۰ الکترون را در خود جای دهد.
 - (۴) **زیر لایه f**: این زیر لایه شامل هفت اوربیتال است و می‌تواند حداکثر ۱۴ الکترون را در خود جای دهد.
- نکته** حداکثر تعداد الکترون‌ها در زیر لایه‌ها یک دنباله حسابی با قدر نسبت ۴ را ایجاد می‌کنند. برای رسم آرایش الکترونی یک اتم، به صورت زیر اوربیتال‌ها را پشت سر هم می‌نویسیم:

$$X: 1s / 2s \ 2p / 3s \ 3p \ 3d / 4s \ 4p \ 4d \ 4f / \dots$$

اما به ترتیب مقابل درون آن‌ها الکترون قرار می‌دهیم:



برای حفظ کردن ترتیب بالا، می‌توانیم از فرمول زیر استفاده کنیم:

$$ns \quad (n-2)f \quad (n-1)d \quad np$$

$$\underbrace{1s \rightarrow 2s \rightarrow 2p}_{n=1} \rightarrow \underbrace{3s \rightarrow 3p \rightarrow 3d}_{n=2} \rightarrow \underbrace{4s \rightarrow 4p \rightarrow 4d}_{n=3} \rightarrow \underbrace{5s \rightarrow 5p \rightarrow 5d}_{n=4} \rightarrow \dots$$

تمرین

(۴۱) به سوالات زیر پاسخ دهید:

- آ - بعد از ۷f چه زیر لایه‌ای پر می‌شود؟
- ب - بعد از ۹p چه زیر لایه‌ای پر می‌شود؟
- پ - بعد از ۵d چه زیر لایه‌ای پر می‌شود؟

تمرین

(۴۲) ترتیب پر شدن زیر لایه‌ها در کدام موارد، درست است؟

آ - $4d \rightarrow 5p \rightarrow 6s$

ب - $5d \rightarrow 6p \rightarrow 6s$

پ - $4f \rightarrow 6d \rightarrow 6p$

ت - $4p \rightarrow 5s \rightarrow 4d$

نکته هنگامی که زیرلایه $۳d$ یک الکترون نیاز داشته باشد که به ساختار نیمه پر یا کاملاً پر برسد، این الکترون را از زیر لایه $۴s$ می‌گیرد تا به وسیله‌ی تقارن ایجاد شده پایدار شود.

ساختار مورد انتظار	ساختار مشخص شده با طیف‌سنجی
$_{24}Cr : 1s^2 / 2s^2 2p^6 / 3s^2 3p^6 / 3d^4 / 4s^2 \Rightarrow 3d^5 / 4s^1$	
$_{29}Cu : 1s^2 / 2s^2 2p^6 / 3s^2 3p^6 / 3d^9 / 4s^2 \Rightarrow 3d^{10} / 4s^1$	

تمرین

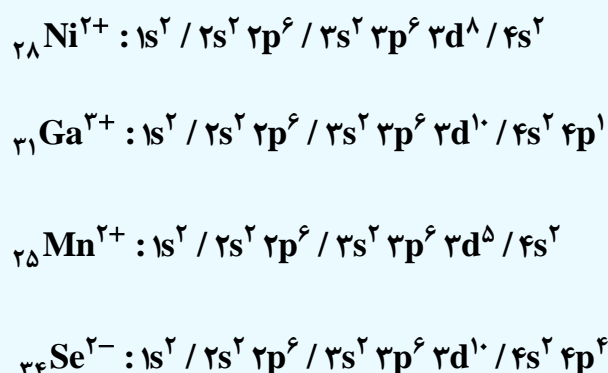
(۴۳) آرایش الکترونی اتم‌های زیر را بنویسید.

$_{34}A$ (۱)	$_{42}B$ (۲)	$_{83}C$ (۳)	$_{29}D$ (۴)
$_{34}A : 1s / 2s 2p / 3s 3p 3d / 4s 4p 4d 4f$			
$_{42}B : 1s / 2s 2p / 3s 3p 3d / 4s 4p 4d 4f / 5s$			
$_{83}C : 1s / 2s 2p / 3s 3p 3d / 4s 4p 4d 4f / 5s 5p 5d 5f 5g / 6s 6p$			
$_{29}D : 1s / 2s 2p / 3s 3p 3d / 4s 4p 4d 4f / 5s$			

نکته برای رسم آرایش الکترونی یک یون، ابتدا باید آرایش اتم را به صورت خنثی رسم کرد و سپس برای ایجاد یون مربوطه، تعداد الکترون‌ها را از لایه‌ی آخر برداشته یا به آن اضافه کنیم.

تمرین

(۴۴) آرایش الکترونی یون‌های زیر را بنویسید.





به دست آوردن آرایش الکترونی از روی عدد اتمی



۱- اگر عدد اتمی بین ۲۰ تا ۲۹ باشد:

$3d$

$/ 4s$

تمرین

(۴۵) آرایشی الکترونی عناصر زیر را رسم کنید.

۱) $_{21}\text{Sc}$:

۲) $_{26}\text{Fe}$:

۳) $_{23}\text{V}$:

۳) $_{29}\text{Cu}$:

۲- اگر عدد اتمی غیر از اعداد بالا باشد:

$1s^2 \leftarrow {}_2\text{He}$

$2s^2 2p^6 \leftarrow {}_{10}\text{Ne}$

$3s^2 3p^6 \leftarrow {}_{18}\text{Ar}$

$4s^2 4p^6 \leftarrow {}_{36}\text{Kr}$

$5s^2 5p^6 \leftarrow {}_{54}\text{Xe}$

$6s^2 6p^6 \leftarrow {}_{86}\text{Rn}$

$7s^2 7p^6 \leftarrow {}_{118}\text{Og}$

تمرین

(۴۶) آرایش الکترونی عناصر زیر را بنویسید.

۱) $_{50}\text{Sn}$:

۲) $_{82}\text{Pb}$:

۳) $_{33}\text{As}$:

۴) $_{53}\text{I}$:

۵) $_{38}\text{Sr}$:

۶) $_{25}\text{Mn}$:

۷) $_{39}\text{Y}$:

۸) $_{42}\text{Mo}$:

تمرین

۴۷) در اتم ^{52}Te به سؤالات زیر پاسخ دهید.

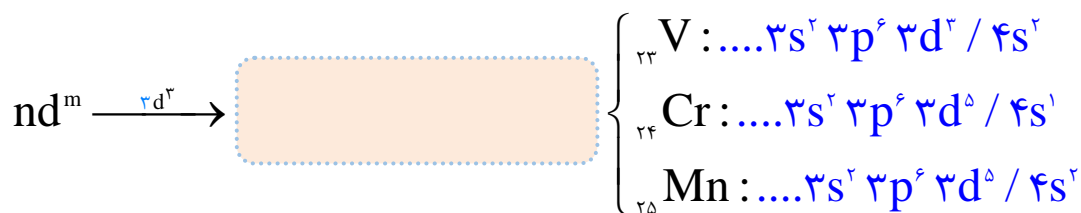
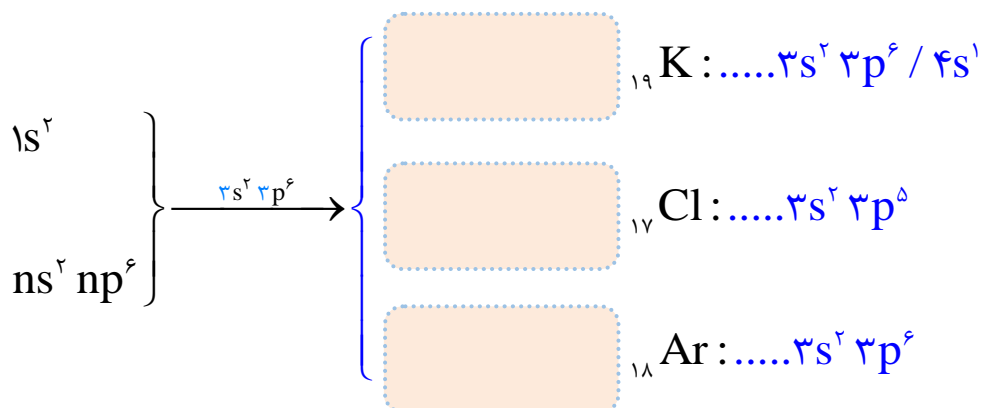


- ۱- چند لایه الکترونی دارد؟
- ۲- چند زیر لایه الکترونی دارد؟
- ۳- چند زیر لایه ۲ الکترونی دارد؟
- ۴- آخرین لایه چند الکترون دارد؟
- ۵- آخرین زیر لایه چند الکترون دارد؟
- ۶- چند زیر لایه ۶ الکترونی دارد؟
- ۷- چند لایه پر از الکترون دارد؟
- ۸- چند لایه‌ی اشغال شده از الکترون دارد؟

تمرین

۴۸) در اتم ^{56}Fe به سؤالات زیر پاسخ دهید.

- ۱- چند لایه الکترونی دارد؟
- ۲- چند زیر لایه الکترونی دارد؟
- ۳- چند زیر لایه ۲ الکترونی دارد؟
- ۴- آخرین لایه چند الکترون دارد؟
- ۵- آخرین زیر لایه چند الکترون دارد؟
- ۶- چند زیر لایه ۶ الکترونی دارد؟
- ۷- چند لایه پر از الکترون دارد؟
- ۸- چند لایه اشغال شده از الکترون دارد؟



تست

۴۹) کدام آرایش الکترونی فقط متعلق به یک کاتیون است؟

- ۱) $1s^2$
- ۲) $1s^2 / 2s^2 2p^6$
- ۳) $1s^2 / 2s^2 2p^6 / 3s^2 3p^6 3d^3$
- ۴) $1s^2 / 2s^2 2p^6 / 3s^2 3p^6 3d^3 / 4s^2$



تمرین

- ۵۰ با توجه به این که X^{3+} دارای ۲۳ الکترون است، به سؤالات زیر پاسخ دهید.
- آ- اتم X در لایه سوم چند الکترون دارد؟
- ب- آخرین لایه ی آن دارای چند الکترون است؟
- پ- آخرین زیرلایه ی آن چند الکترون دارد؟

تست

(تجربی ۹۷)

۵۱ کدام سه عنصر در زیرلایه p بالاترین لایه اشغال شده اتم خود الکترون ندارند؟

- (۱) ${}_{39}G, {}_{37}X, {}_{37}A$ (۲) ${}_{39}G, {}_{31}Z, {}_{27}A$
- (۳) ${}_{31}E, {}_{37}X, {}_{31}M$ (۴) ${}_{36}E, {}_{31}Z, {}_{21}M$

دسته بندی عناصرها

۱- به عنصرهایی که زیر لایه ی s آن ها در حال پر شدن است، عنصرهای اصلی دسته ی s می گویند.

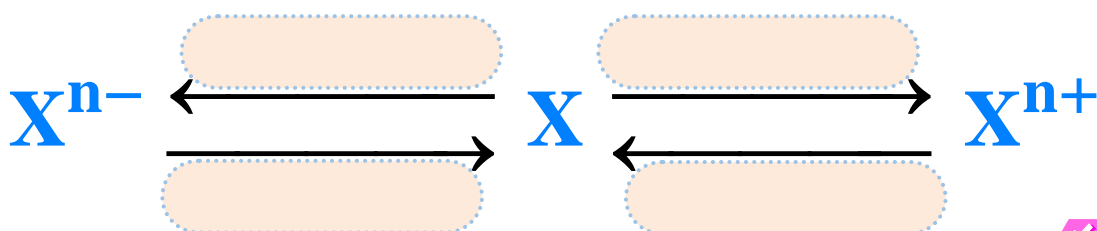
$$ns^x \quad \text{تعداد } e \text{ ظرفیت} = \dots\dots\dots$$

۲- به عنصرهایی که زیر لایه ی p آن ها در حال پر شدن است، عنصرهای اصلی دسته ی p می گویند.

$$ns^2 np^x \quad \text{تعداد } e \text{ ظرفیت} = \dots\dots\dots$$

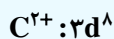
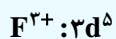
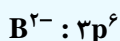
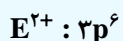
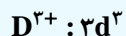
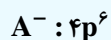
۳- به عنصرهایی که زیر لایه ی d آن ها در حال پر شدن است، عنصرهای واسطه می گویند.

$$(n-1)d^y ns^x \quad \text{تعداد } e \text{ ظرفیت} = \dots\dots\dots$$

۴- به عنصرهایی که زیر لایه ی f آن ها در حال پر شدن است، عنصرهای واسطه ی داخلی می گویند.

تمرین

۵۲ با توجه به آرایش الکترونی یون های داده شده، آرایش الکترونی اتم آن ها را بنویسید و تعداد الکترون های ظرفیتی را مشخص کنید.



اعداد کوانتومی

۱- عدد کوانتومی اصلی (n):

$$n = 1, 2, 3, \dots$$

$$n=1 \quad n=2 \quad n=3$$

$$1s \quad / \quad 2s 2p \quad / \quad 3s 3p 3d \quad /$$

- شماره لایه را مشخص می‌کند:

- تعداد زیر لایه را مشخص می‌کند:

۲- عدد کوانتومی اوربیتالی (فرعی) (l):

$$l = 0, 1, 2, 3, 4, \dots, (n-1)$$

$$s \quad p \quad d \quad f \quad g$$

$$n=1 \Rightarrow l=0$$

$$s$$

$$n=2 \Rightarrow l=0, 1$$

$$s \quad p$$

$$n=3 \Rightarrow l=$$

- تعداد الکترون در یک زیر لایه را مشخص می‌کند:

تمرین

۵۳ در اتم ^{42}Mo به سؤالات زیر پاسخ دهید.



۱- چند الکترون با $n=3$ دارد؟

۲- چند الکترون با $n=3$ دارد؟

۳- چند الکترون با $n=2$ و $l=0$ دارد؟

۴- چند الکترون با $n=2$ و $l=0$ دارد؟

۵- چند الکترون با $n=4$ و $l=2$ دارد؟

۶- چند الکترون با $n=4$ و $l=2$ دارد؟

۷- چند الکترون با $n+l=5$ موجود است؟

۸- مجموع اعداد کوانتومی فرعی الکترون‌های آن کدام است؟

۹- مجموع اعداد کوانتومی اصلی و فرعی الکترون‌های لایه ظرفیت آن کدام است؟



تمرین ✓

۵۴) در اتم $^{33}_{15}\text{As}$ به سؤالات زیر پاسخ دهید.

- ۱- چند الکترون با $n = 3$ دارد؟
- ۲- چند الکترون با $\ell = 1$ دارد؟
- ۳- چند الکترون با $n = 2$ و $\ell = 0$ دارد؟
- ۴- چند الکترون با $n = 3$ و $\ell = 1$ دارد؟
- ۵- چند الکترون با $n = 4$ و $\ell = 2$ دارد؟
- ۶- چند الکترون با $\ell \neq 2$ موجود است؟
- ۷- چند الکترون با $n + \ell = 4$ موجود است؟

۸- مجموع اعداد کوانتومی فرعی الکترون‌های آن کدام است؟

۹- مجموع اعداد کوانتومی اصلی و فرعی الکترون‌های لایه ظرفیت آن کدام است؟

تمرین ✓

۵۵) مجموع اعداد کوانتومی اصلی و فرعی الکترون‌های ظرفیت در اتم $^{28}_{14}\text{Ni}$ برابر چند است؟

تمرین ✓

۵۶) پاسخ سؤالات زیر را بنویسید.

آ- اتمی دارای ۱۳ الکترون با $\ell = 2$ است. عدد اتمی آن کدام است؟

ب- اتمی دارای ۹ الکترون با $\ell = 0$ است. چه اعداد اتمی می‌تواند متعلق به این اتم باشد؟

نکته! ترتیب پر شدن زیرلایه‌ها را می‌توان با توجه به قاعده‌ی زیر به دست آورد.

تمرین ✓

۵۷) در هریک از موارد زیر کدام اوربیتال زودتر پر می‌شود؟

۱) $3d$ یا $4p$ ۲) $6d$ یا $7s$ ۳) $4f$ یا $5d$

تست

۵۸) آرایش الکترونی X^{3+} به $3p^6$ ختم شده است. اگر تفاوت نوترون و پروتون X برابر ۳ باشد، عدد جرمی X کدام است؟

۴۵ (۱) ۴۳ (۲) ۳۸ (۳) ۴۰ (۴)

تمرین

۵۹) در اتم A تعداد الکترون در زیرلایه‌هایی با $n=3$ دو برابر $n=2$ است. کدام عبارت(ها) درباره‌ی A درست است؟

آ) مجموع اعداد کوانتومی اصلی الکترون‌های ظرفیتی آن ۳۲ است.

ب) بیست و هشتمین الکترون آن براساس اصل آفبا دارای $n=3$ و $\ell=2$ است.

پ) دارای ۸ الکترون با $n+\ell=4$ است.

ت) تعداد الکترون‌های $\ell=2$ آن ۴ برابر تعداد الکترون‌های زیرلایه آخر آن است.

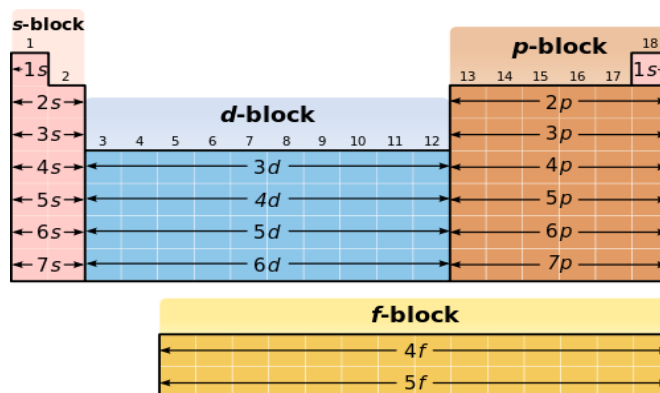
جدول تناوبی‌های امروزی

چند آمار کلی راجع به جدول تناوبی

- ۱- جدول تناوبی دارای ۱۱۸ عنصر است که ۹۲ عنصر در طبیعت یافت می‌شوند و ۲۶ عنصر ساختگی هستند.
- ۲- این جدول دارای ۷ دوره و ۱۸ گروه می‌باشد. عناصر در یک تقسیم‌بندی به سه دسته فلز، نافلز و شبه‌فلز تقسیم می‌شوند.
- ۳- در جدول تناوبی ۱۴ عنصر دسته s ، ۳۶ عنصر دسته p ، ۴۰ عنصر دسته d و ۲۸ عنصر دسته f وجود دارد.
- ۴- در جدول تناوبی ۱۲ عنصر گازی شکل (گاز نجیب) $(\text{Og}, \text{Rn}, \text{Xe}, \text{Kr}, \text{Ar}, \text{Ne}, \text{He})$ به همراه ۵ نافلز $(\text{H}, \text{F}, \text{O}, \text{N}, \text{Cl}, \text{Br}, \text{I}, \text{At})$ ، ۲ عنصر مایع (برم و جیوه) و ۱۰۴ عنصر جامد وجود دارد.
- ۵- در جدول تناوبی نافلزها به هر سه حالت جامد، مایع و گاز وجود دارند.
- ۶- کلیه‌ی نافلزها جزو عناصر دسته p هستند. در این بین تنها هیدروژن (H) و هلیم (He) در دسته s قرار دارند.
- ۷- کلیه‌ی عنصرهای گروه ۱۸ (گازهای نجیب) به صورت تک‌اتمی $(\text{Rn}, \text{Xe}, \text{Kr}, \text{Ar}, \text{Ne}, \text{He})$ ، کلیه‌ی عنصرهای گروه ۱۷ (هالوژن‌ها) به صورت ۲ اتمی $(\text{At}, \text{I}, \text{Br}, \text{Cl}, \text{F})$.



	دسته‌ی s			دسته‌ی d										دسته‌ی p					
	1																18		
n=1	تناوب اول	H															He		
n=2	تناوب دوم	Li	Be											B	C	N	O	F	Ne
n=3	تناوب سوم	Na	Mg											Al	Si	P	S	Cl	Ar
n=4	تناوب چهارم	K	Ca											Ga	Ge	As	Se	Br	Kr
n=5	تناوب پنجم	Rb	Sr											In	Sn	Sb	Te	I	Xe
n=6	تناوب ششم	Cs	Ba											Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At
n=7	تناوب هفتم	Fr	Ra																
دسته‌ی f				لانتیدها	La														
				اکتینیدها	Ac														



۶۰) با توجه به شکل‌های جدول تناوبی بالا به سؤالات زیر پاسخ داده، جاهای خالی را پر کنید و همه را به‌خاطر بسپارید.

- آ- در جدول تناوبی گروه و ردیف وجود دارد.
- ب- کوتاه‌ترین ردیف جدول ردیف با عنصر و بلندترین ردیف‌های جدول ردیف‌های با عنصر هستند.
- پ- طولانی‌ترین گروه جدول تناوبی با عنصر است.
- ت- عناصر فلز، نافلز و شبه‌فلز را براساس تعداد مرتب کنید.

ث- عناصر جامد، مایع و گاز را براساس تعداد مرتب کنید.

ج- در تناوب ۱ تا ۷ به ترتیب چند عنصر قرار دارند؟

- چ- اولین عنصر واسطه در تناوب و اولین عنصر واسطه داخلی در تناوب قرار دارد.
- ح- زیرلایه‌های لایه‌ی سوم در تناوب تکمیل و زیرلایه‌های لایه‌ی چهارم در تناوب تکمیل می‌شوند.

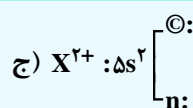
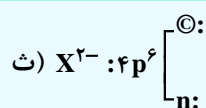
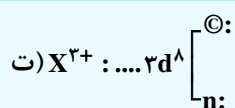
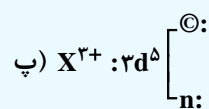
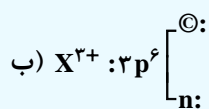
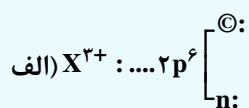
تعیین گروه و ردیف از روی آرایش الکترونی

$A : \dots \text{۴s}^1$ بزرگ‌ترین ضریب s : ردیف گروه :	$\left. \begin{array}{l} \text{۱- عناصر دسته ی s} \\ (ns^x) \end{array} \right\}$
$B : \dots \text{۳s}^2 \text{۳p}^1$ بزرگ‌ترین ضریب s : ردیف گروه :	$\left. \begin{array}{l} \text{۲- عناصر دسته ی p} \\ (ns^2 np^x) \end{array} \right\}$
$C : \dots \text{۳d}^y / \text{۴s}^z$ بزرگ‌ترین ضریب s : ردیف گروه :	$\left. \begin{array}{l} \text{۳- عناصر دسته ی d} \\ (n-1)d^x ns^y \end{array} \right\}$
ردیف = بزرگ‌ترین ضریب s گروه =	$\left. \begin{array}{l} \text{۴- عناصر دسته ی f} \end{array} \right\}$

نکته عنصر هلیم به زیرلایه ی s ختم می‌شود ($1s^2$ He = ۲)، متعلق به گازهای نجیب است.

تمرین

۶۱) شمار گروه و دوره ی عناصر زیر را تعیین کنید.





تعیین گروه و ردیف از روی عدد اتمی

۱- اگر عدد اتمی بین ۲۰ تا ۲۹ باشد:

$\left. \begin{array}{l} \text{ردیف} = \\ \text{گروه} = \end{array} \right\}$

۲- اگر عدد اتمی بین ۵۷ تا ۷۰ و یا بین ۸۹ تا ۱۰۲ باشد:

$\left. \begin{array}{l} \text{ردیف} = \\ \text{گروه} = ۳ \end{array} \right\}$

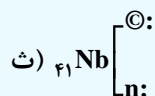
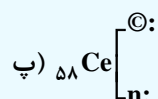
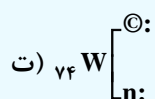
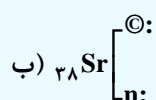
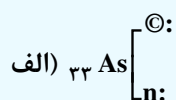
برای ۵۷ تا ۷۰ برابر ۶
 برای ۸۹ تا ۱۰۲ برابر ۷

۳- اگر عدد اتمی بین اعداد بالا نبود:

۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳	۱۴	۱۵	۱۶	۱۷	۱۸	
																		۲ He \Rightarrow ردیف = ۱
																		۱۰ Ne \Rightarrow ردیف = ۲
																		۱۸ Ar \Rightarrow ردیف = ۳
																		۳۶ Kr \Rightarrow ردیف = ۴
																		۵۴ Xe \Rightarrow ردیف = ۵
																		۸۶ Rn \Rightarrow ردیف = ۶
																		۱۱۸ Og \Rightarrow ردیف = ۷

تمرین

۶۲ دوره و گروه عناصر زیر را تعیین کنید.



تست

۶۳) اگر اتم X هم‌ردیف اتمی با آرایش الکترونی $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^1$ و هم‌ستون اتمی با آرایش الکترونی $1s^2 2s^2 2p^2$ باشد، اتم X کدام است؟

 ${}_{15}P (4)$
 ${}_{31}Ga (3)$
 ${}_{33}As (2)$
 ${}_{13}Al (1)$

تمرین

۶۴) جاهای خالی را در جدول زیر پر کنید.

شماره دوره	شماره گروه	عدد اتمی
۶	۱۵	
۴	۱۷	
۶	۱۱	
۴	۲	
۵	۳	
۷	۱۵	
۶	۱۲	
۵	۱۶	
۷	۱۳	
۵	۶	
۶	۷	

تست

۶۵) اگر آرایش الکترونی A^{2-} و D^{2+} هر یک به $3p^6$ ختم شود، عبارت کدام گزینه درست است؟

(۱) اتم D به دوره‌ی چهارم و اتم A به دوره‌ی سوم تعلق دارد.

(۲) اتم A به گروه چهارم و اتم D به گروه دوم تعلق دارد.

(۳) D اتم عنصر واسطه و A اتم عنصر اصلی است.

(۴) تفاوت تعداد الکترون‌های A و D برابر ۱۲ است.

تست

۶۶) عنصر X با از دست دادن سه الکترون به آرایش هشتایی یک گاز نجیب رسیده است. این عنصر به کدام دوره و گروه

جدول تناوبی می‌تواند تعلق داشته باشد؟

(۲) تناوب سوم و گروه ۱۵

(۱) تناوب دوم و گروه ۱۳

(۴) تناوب سوم و گروه ۳

(۳) تناوب چهارم و گروه ۳



تست

۶۷) اگر تفاوت شمار نوترون‌ها و الکترون‌ها در یون تک‌اتمی $^{119}_{42}\text{A}^{4+}$ برابر ۲۳ باشد، عنصر A در کدام گروه و کدام دوره‌ی جدول تناوبی جای دارد؟

(۱) ۱۴ - چهارم (۲) ۱۵ - پنجم (۳) ۱۶ - چهارم (۴) ۱۴ - پنجم

تعداد عناصر بین دو عنصر مورد نظر را می‌توان از فرمول زیر پیدا کرد.

۱- اختلاف عدد اتمی = تعداد عناصر بین دو عنصر

تمرین

۶۸) به سؤالات زیر پاسخ دهید:

آ- بین دو عنصر A_{۱۳} و B_{۳۳} چند عنصر وجود دارد؟

ب- بین عنصری از گروه ۱۳ و تناوب ۴ و عنصری از گروه ۴ و تناوب ۵ چند عنصر قرار دارد؟

تست

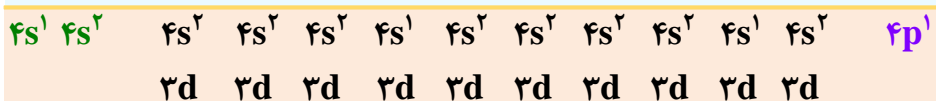
۶۹) با توجه به جدول زیر چند عنصر میان عناصر A و B وجود دارد؟

عنصر	A	B
ردیف	۵	۶
گروه	۲	۱۳

(۱) ۴۳ (۲) ۴۲

(۳) ۲۸ (۴) ۲۹

۷۰) با توجه به آرایش الکترونی عناصر دوره‌ی چهارم به سؤالات زیر پاسخ دهید.



الف- در دوره‌ی چهارم جدول تناوبی، آرایش الکترونی چند عنصر به $4s^1$ ختم می‌شوند؟

ب- در دوره‌ی چهارم جدول تناوبی، آرایش الکترونی چند عنصر به $4s^2$ ختم می‌شوند؟

ت- در دوره‌ی چهارم جدول تناوبی، در چند عنصر زیرلایه‌ی d نیمه‌پر است؟

ث- در دوره‌ی چهارم جدول تناوبی، چند عنصر دارای $4s^2$ است؟

ج- در دوره‌ی چهارم جدول تناوبی، در چند عنصر زیرلایه‌ی d کاملاً پر است؟

چ- در دوره‌ی چهارم جدول تناوبی، در چند عنصر آخرین زیرلایه دارای یک الکترون است؟

ح- در دوره‌ی چهارم جدول تناوبی، در چند عنصر آخرین زیرلایه، دارای دو الکترون است؟

خ- در دوره‌ی چهارم جدول تناوبی، در چند عنصر آخرین زیرلایه، نیمه‌پر است؟

د- در دوره‌ی چهارم جدول تناوبی، در چند عنصر لایه سوم دارای ۱۳ الکترون است؟

نحوه‌ی شناسایی ترکیبات یونی

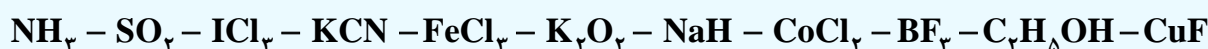
۱- هر ترکیبی که دارای فلزهای گروه ۱ و ۲ بجز Be باشد، یک ترکیب یونی است.

۲- هر ترکیبی که دارای آمونیوم (NH_4^+) باشد، یک ترکیب یونی محسوب می‌شود.

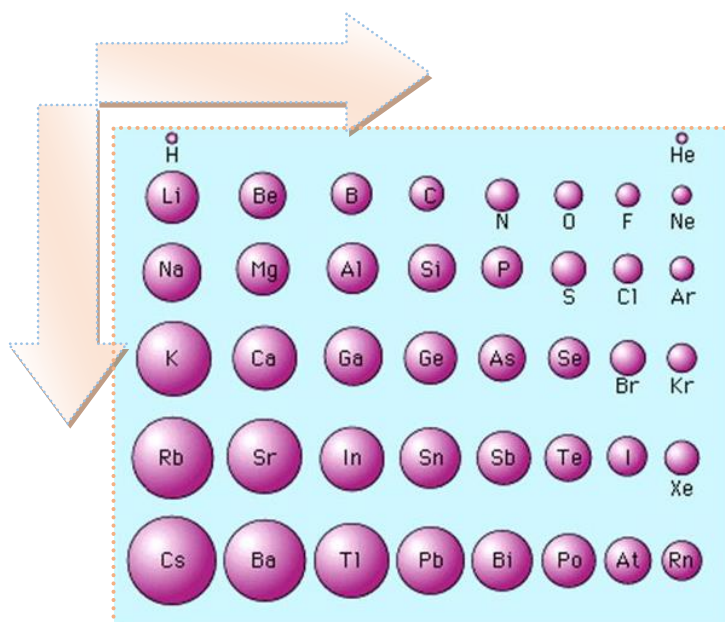
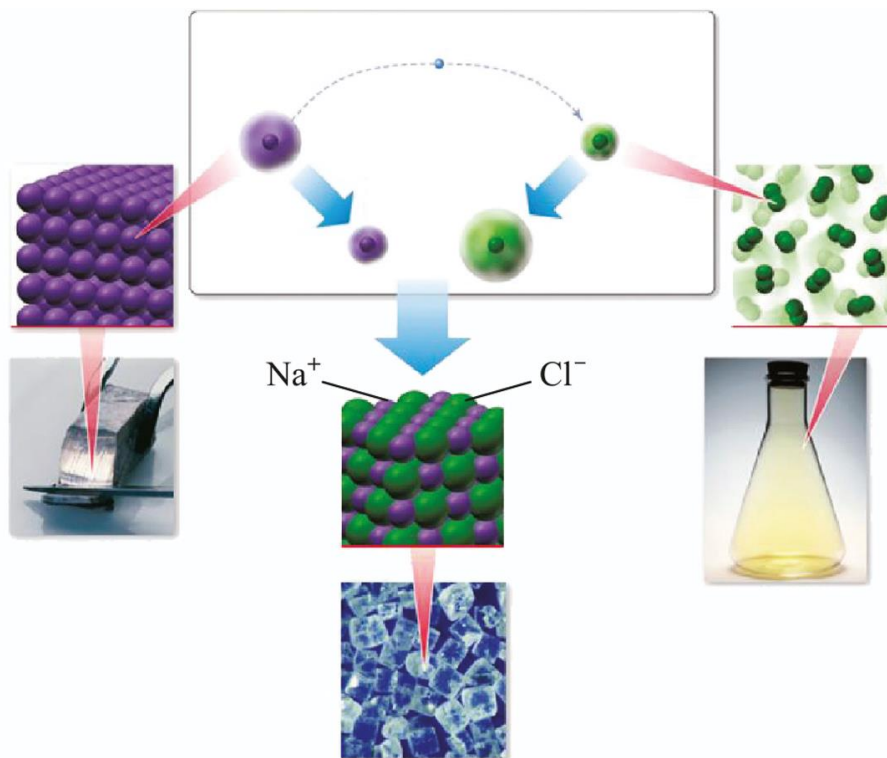
۳- ترکیب‌های AlF_3 ، Al_2O_3 و Al همراه با برخی بنیان‌های اکسیژن دار مانند $Al(NO_3)_3$ ، $AlPO_4$ و ... یونی هستند.

۴- فلزات واسطه



























۷۱) ترکیب‌های یونی را از بین ترکیب‌های زیر مشخص کنید.



نحوه ی تشکیل ترکیبات یونی

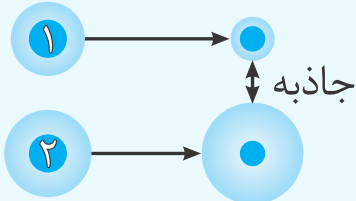


	H							He
Li	Be	B	C	N	O	F		Ne
Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl		Ar
K	Ca	Ga	Ge	As	Se	Br		Kr
Rb	Sr	In	Sn	Sb	Te	I		Xe
Cs	Ba	Tl	Pb	Bi	Po	At		Rn

Li ⁺  90 134	Li		O  73 126	O ²⁻  71 119	F  119 171	F ⁻  171 223			
Na ⁺  116 154	Na	Mg ²⁺  86 130	Mg	Al ³⁺  68 118	Al	S  102 170	S ²⁻  99 167	Cl  167 207	Cl ⁻  207 259
K ⁺  152 196	K	Ca ²⁺  114 174	Ca	Ga ³⁺  76 126	Ga	Se  116 184	Se ²⁻  114 182	Br  182 226	Br ⁻  226 278
Rb ⁺  166 211	Rb	Sr ²⁺  132 192	Sr	In ³⁺  94 144	In	Te  135 207	Te ²⁻  133 206	I  206 250	I ⁻  250 302

تست

۷۲ در روند ایجاد پیوند یونی بین دو اتم از گروه ۱ و ۱۷ که در شکل نمایش داده شده است، کدام گزینه درست نیست؟



- (۱) اتم (۲) کلر و اتم (۱) سدیم است.
- (۲) خاصیت فلزی اتم (۱) از اتم (۲) بیشتر است.
- (۳) الکترون از اتم (۱) به اتم (۲) داده می‌شود.
- (۴) تغییرات شعاع، وابسته به کاهش و یا افزایش الکترون است.

تمرین

۷۳ فرمول حاصل از زوج‌های زیر را بنویسید.

Si, O		Mg, N	
Cl, S		Ba, O	
N, Al		F, B	
Ca, NO ₃ ⁻		NH ₄ ⁺ , Cr ₂ O ₇ ²⁻	
Fe ²⁺ , O		K ⁺ , O ₄ ²⁻	
K, O ₄ ²⁻		Ca, O ₄ ²⁻	

نامگذاری ترکیب های یونی

برای نامگذاری یک ترکیب یونی کافی است فرمول زیر را رعایت کنیم:

نام ترکیب یونی = نام کاتیون + نام آنیون



نام کاتیون

کاتیون اصلی = نام فلز
کاتیون واسطه = نام فلز + ظرفیت با اعداد رومی

Mg^{2+}	Ti^{2+}	Al^{3+}	Mn^{4+}

تبصره ۱: چهار کاتیون واسطه به علت این که فقط دارای یک ظرفیت هستند، همانند کاتیون های اصلی نام گذاری می شوند.

Ag^{+}	Zn^{2+}	Cd^{2+}	Sc^{3+}

تبصره ۲: دو عنصر اصلی دارای دو نوع کاتیون هستند.

Sn^{2+}	Sn^{4+}	Pb^{2+}	Pb^{4+}

NH_4^{+}

تبصره ۳: در کتاب درسی یک کاتیون چنداتی است که نام آن را باید به خاطر بسپارید.

نام گذاری آنیون ها

نام آنیون = نام یا ریشه ی نافلز + ید

Cl^{-}	S^{2-}	O^{2-}	P^{3-}

نکته آنیون های چنداتی زیر را به خاطر بسپارید:

هیدروکسید	کربنات	فسفات	هیدروژن کربنات	سولفات	نیتрат

۷۴) جدول زیر را کامل کنید.

نام ترکیب	فرمول شیمیایی ترکیب	نسبت آنیون به کاتیون	چند اتم دارد	چند تایی است
	$\text{Ti}_3(\text{PO}_4)_2$			
منگنز (II) کربنات				
	$\text{Zn}(\text{OH})_2$			
آلومینیم نیتрат				
	$(\text{NH}_4)_3\text{P}$			
اسکاندیم سولفات				
	CrP			
کلسیم هیدروژن کربنات				
	Cu_2S			
مس (II) هیدروکسید				



تمرین

- (۷۵) درستی یا نادرستی هر یک از عبارتهای زیر را مشخص کنید.
- ۱- نام ترکیب Na_2O ، دی سدیم اکسید است.
 - ۲- در ترکیبهای یونی به دلیل خنثی بودن ترکیب، تعداد کاتیونها با آنیونها برابر است.
 - ۳- در ترکیب یونی UO_2SO_4 ، کاتیون ترکیب UO^+ است.
 - ۴- در ترکیب CaCN_2 نسبت شمار آنیون به کاتیون برابر با پتاسیم هیدروکسید است.
 - ۵- در تشکیل سدیم سولفید هر اتم گوگرد الکترونهای خود را با دو اتم سدیم به اشتراک می گذارند.
 - ۶- کاتیون پایدار منیزیم به صورت Mg^{+2} است.

تمرین

- (۷۶) درستی یا نادرستی هر یک از عبارتهای زیر را مشخص کنید.
- ۱- در اسکاندیم اکسید هم فلز واسطه و هم نافلز هر دو به آرایش گاز نجیب می رسند.
 - ۲- در تیتانیوم (II) فلئوئورید هم فلز و هم نافلز به آرایش گاز نجیب می رسند.
 - ۳- آخرین زیرلایه کاتیون آهن (III) کلرید دارای ۵ الکترون است.
 - ۴- آخرین لایه کاتیون مس (II) سولفات دارای ۱۷ الکترون است.
 - ۵- در لایه ی آخر آنیون کلسیم اکسید ۶ الکترون وجود دارد.

تست

(۷۷) برای تشکیل یک مول از کدام ترکیب زیر، تعداد مول بیشتری الکترون مبادله می شود؟

- | | | | |
|-----------------|--------------------|-----------------|--------------------|
| (۱) سدیم نیتريد | (۲) آهن (II) اكسيد | (۳) باريم كلريد | (۴) آلومينيم اكسيد |
|-----------------|--------------------|-----------------|--------------------|

نام‌گذاری ترکیب‌های مولکولی

نام = تعداد عنصر سمت چپ (به جز ۱) + نام عنصر سمت چپ + تعداد عنصر سمت راست + نام عنصر سمت راست + ید

مثال

۷۸ نام ترکیب‌های زیر را بنویسید.

فرمول	NO	N _۲ O	NO _۲	N _۲ O _۵
نام				

مثال

۷۹ نام ترکیب و یا فرمول شیمیایی مواد را بنویسید.

فرمول	P _۴ O _۶		Al _۲ O _۳	
نام		فسفر پنتاکلرید		سلنیم هگزا فلوروئید

۱								۱۸
	۲		۱۳	۱۴	۱۵	۱۶	۱۷	He
Li ⁺					N ^{۳-}	O ^{۲-}	F ⁻	Ne
Na ⁺	Mg ^{۲+}		Al ^{۳+}		P ^{۳-}	S ^{۲-}	Cl ⁻	Ar
K ⁺	Ca ^{۲+}						Br ⁻	Kr

۱								۱۸
	۲		۱۳	۱۴	۱۵	۱۶	۱۷	He
H·								He:
Li·	Be·		B·	C·	N·	O·	F·	Ne:
Na·	Mg·		Al·	Si·	P·	S·	Cl·	Ar:

نکته عناصر حداکثر می‌توانند ۳ الکترون بگیرند

یا از دست بدهند. یونهای موجود در کتاب درسی را در جدول مقابل ببینید.

نکته ساختار الکترون نقطه ای عناصری که با به

اشتراک گذاشتن الکترون پیوند تشکیل می‌دهند را نیز

می‌توانید در جدول مقابل ببینید.



سطح ۲



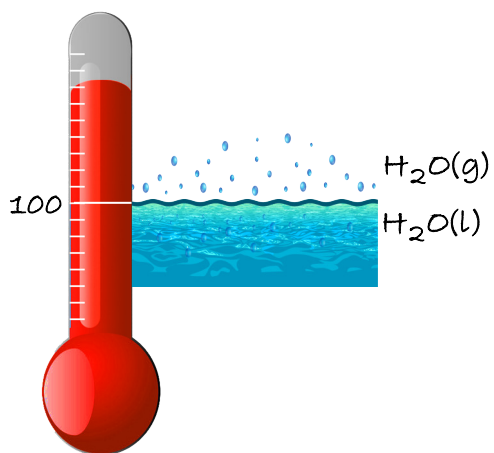
سطح ۱



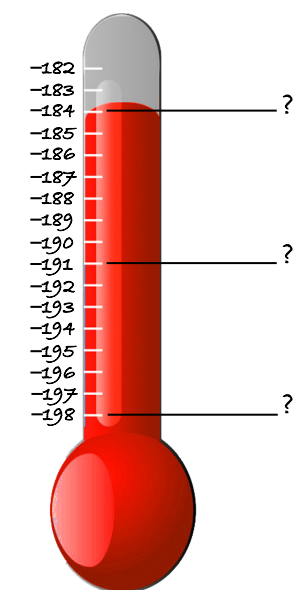
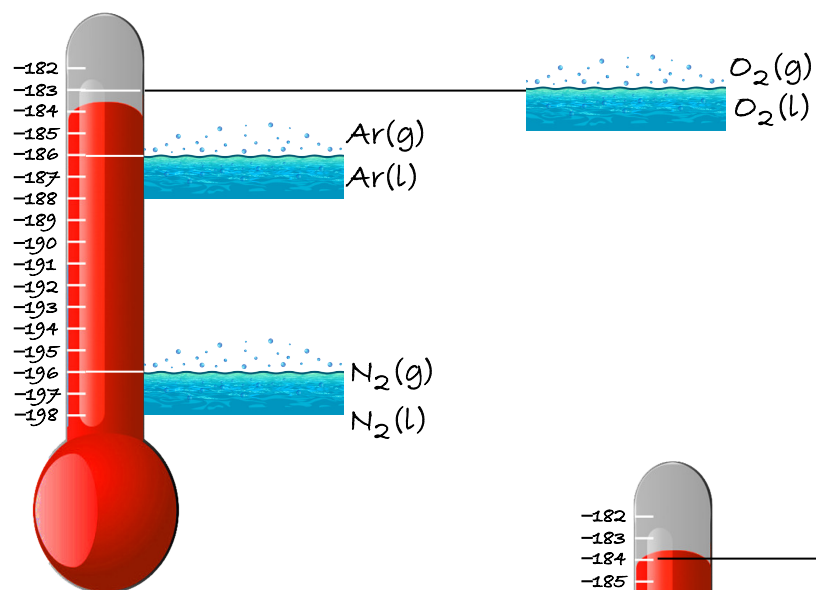
کنکور

مایع کردن هوا

به نقطه جوش بعضی از گازهای موجود در هوا دقت کنید:



نقطه جوش (°C)	گاز
-۱۹۶	نیتروژن
-۱۸۳	اکسیژن
-۱۸۶	آرگون
-۲۶۹	هلیوم



معادله نمادی، نوشتاری و قانون پایستگی جرم

۱- معادله نوشتاری: انرژی + کربن دی اکسید + آب → اکسیژن + متان

۲- معادله نمادی: $\text{CH}_4(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \longrightarrow \text{H}_2\text{O}(\text{g}) + \text{CO}_2(\text{g})$

قانون پایستگی جرم: مطابق این قانون «جرم کل مواد موجود در مخلوط واکنش ثابت است».

یکی از ویژگی‌های مهم واکنش‌های شیمیایی این است که همه آن‌ها از قانون پایستگی جرم پیروی می‌کنند و اگر واکنشی از این قانون پیروی نکند شیمیایی نیست؛ مانند واکنش‌های هسته‌ای و ...

در واقع از قانون پایستگی جرم می‌توان نتایج زیر را بدست آورد:

۱) در واکنش‌های شیمیایی، اتمی از بین نمی‌رود و بوجود هم نمی‌آید و فقط شیوه اتصال آن‌ها عوض می‌شود.

۲) در واکنش‌های شیمیایی، جرم مواد پیش از انجام واکنش با جرم مواد پس از انجام واکنش برابر است.

۳) در واکنش‌های شیمیایی، شمار اتم‌های هر عنصر ثابت است.

ابتدا چند جمله از کتاب درسی و سپس روش خودمان برای موازنه واکنش‌های شیمیایی را یاد می‌گیریم.

- ساده‌ترین روش موازنه، روش واریسی است. در این روش اغلب به ترکیبی که دارای بیشترین تعداد اتم است، ضریب ۱ می‌دهند.

- هر یک از ضریب‌ها در معادله موازنه شده، باید کوچکترین عدد طبیعی ممکن باشند.

موازنه واکنش‌های شیمیایی

کام اول: انتخاب عنصر آغازگر

(۱)

(۲)

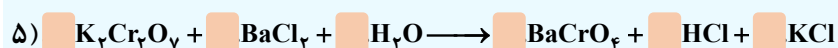
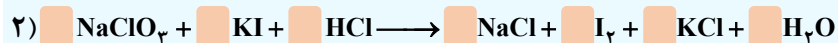
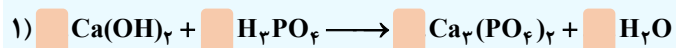
(۳)

(۴)

کام دوم: موازنه با عنصری ادامه می‌یابد که فقط یک جای خالی پشت خود دارد.

تمرین

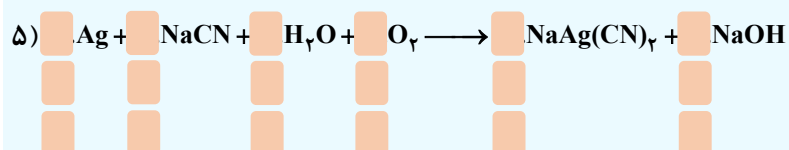
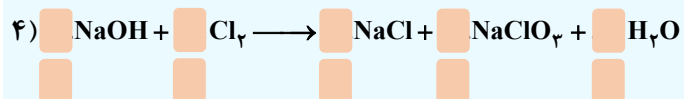
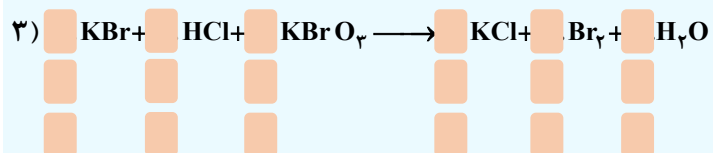
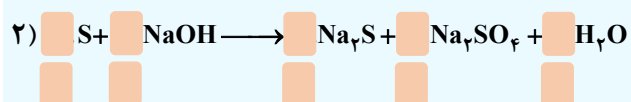
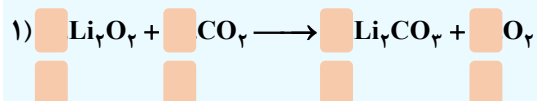
۱) واکنش های زیر را موازنه کنید.



📌 نکته در هر مرحله از واکنش که مجبور به استفاده از اعداد کسری شدیم، تمام اعداد نوشته شده تا آن لحظه را در مخرج کسر ضرب می‌کنیم.

تمرین

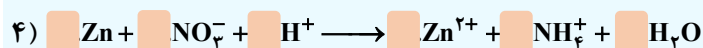
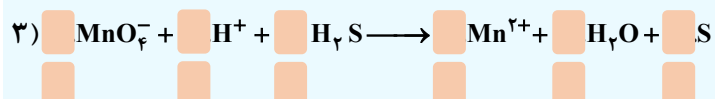
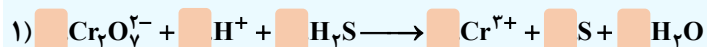
۲) واکنش های زیر را موازنه کنید.



نکته اگر در موازنه به بن بست خوردیم می توانیم از موازنه ی بار استفاده کنیم.

تمرین

۳) واکنش های زیر را موازنه کنید.



نکته در صورتی که هیچ راهی نبود مجبور به تشکیل معادله هستیم.

تمرین

۴) واکنش های زیر را موازنه کنید.



ساختار لوویس

(۱) ساختار لوویس ترکیب‌های ۲ تایی: کافی است ۲ اتم را به هم وصل کنیم.



جفت الکترون ناپیوندی: جفت الکترونی است که در تشکیل پیوند کووالانسی شرکت نمی‌کند و فقط به یکی از اتم‌ها تعلق دارد.

جفت الکترون پیوندی: جفت الکترونی است که در تشکیل پیوند کووالانسی شرکت می‌کند. هر (—) نشان‌دهنده یک جفت الکترون پیوندی است.

(۲) ساختار لوویس ترکیب‌های چندتایی ساده:

موارد زیر را به ترتیب رعایت کنید:

اول: اتم مرکزی را انتخاب کنید.

اتمی مرکزی است که دارای بیشترین **ظرفیت** یا به عبارتی بیشترین الکترون تنها باشد.

اگر ظرفیت‌ها برابر بود اتمی مرکزی است که **تنها** باشد.

شماره‌ی گروه	۱	۲	۱۳	۱۴	۱۵	۱۶	۱۷
ظرفیت اصلی							

دوم: همه‌ی اتم‌ها را به اتم مرکزی وصل کنید.

سوم: تکلیف هر اتم را به طور کامل مشخص کنید بعد سراغ اتم بعدی بروید.

چهارم: اکسیژن را آخر از همه وصل کنید.

تمرین

(۵) آرایش لوویس ترکیب‌های زیر را رسم کنید.

CH ₃ I		CS ₂	
CH ₂ O		HCN	

۳) ساختار لوویس ترکیبات چندتایی دارای پیوند داتیو:

ایجاد پیوند داتیو نیاز به یک جفت الکترون ناپیوندی و یک فضای خالی دارد. مکان‌های خالی عبارتند از:

(۱) (۲)

(۳) (۴)

تمرین

۶) آرایش لوویس ترکیب‌های زیر را رسم کنید.

SO_2		N_2O	
POCl_3		NO_2Cl	

۴) ساختار لوویس اسیدهای اکسیژن‌دار (به جز فسفر):

اول: تنها عنصر موجود به جز O و H را به عنوان اتم مرکزی انتخاب کنید.

دوم: تا آن جا که امکان دارد عوامل ($\ddot{\text{O}}\text{H}$) بسازید.

سوم: پس از وصل عوامل ($\ddot{\text{O}}\text{H}$) به اتم مرکزی تصمیم بگیرید.

تمرین

۷) آرایش لوویس ترکیب‌های زیر را رسم کنید.

H_2SO_3		HClO_4	
H_2CO_3		HNO_3	

۵) ساختار لوویس ترکیب‌هایی که از ظرفیت فرعی خود استفاده کرده‌اند:

نکته بر ظرفیت‌های اصلی و فرعی عناصر دقت کنید:

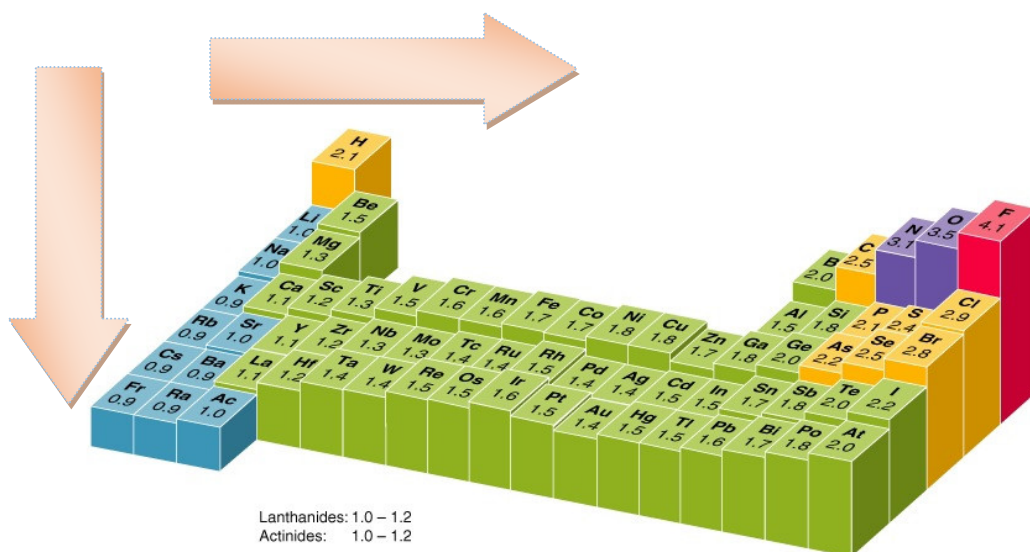
شماره‌ی گروه	۱	۲	۱۳	۱۴	۱۵	۱۶	۱۷
ظرفیت اصلی							
ظرفیت فرعی							

تمرین

۸) آرایش لوویس ترکیب‌های زیر را رسم کنید.

SF_6		ICl_3	
XeF_4		PBr_5	

الکترونگاتیوی: تمایل یک اتم به جذب جفت الکترون پیوندی الکترونگاتیوی نام دارد.



۶) ساختار لوویس یون‌ها:

تمرین ۶

۹) آرایش لوویس ترکیب‌های زیر را رسم کنید.

CH_3^-		NO_2^-		NH_4^+	
SCN^-		O_2^{2-}		SO_4^{2-}	
CO_3^{2-}		ICl_2^-		SF_6^{2-}	
NO_2^+		H_3O^+		ICl_2^+	

۷) ساختار لوویس ترکیب‌های خاص:

تمرین ۷

۱۰) ساختار لوویس ترکیب‌های زیر را رسم کنید.

NO		NO_2	
CO		NO^+	
O_2^-		CN^-	

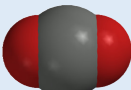



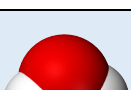
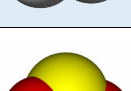
۸) ساختار لوویس ترکیب‌هایی که دو اتم مرکزی دارند:

دو قسمت یکسان با هر اتم مرکزی درست کنید و در نهایت آن‌ها را به هم وصل کنید.

تمرین

۱۱) ساختار لوویس ترکیب‌های زیر را رسم کنید.

C_2H_2		C_2H_4	
H_2O_2		N_2O_4	
N_2O_5		$Cr_2O_7^{2-}$	
N_2F_2		Al_2Cl_6	

مولکول‌های معروف	مثالها
 CO_2	
 SO_3	
 CH_4	
 NH_3	
 H_2O	
 SO_2	

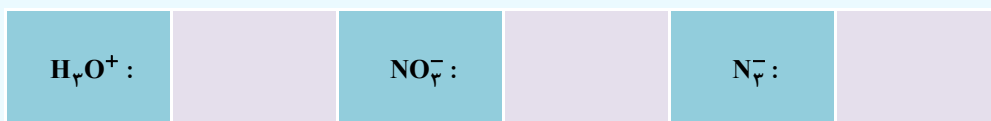
تعیین الکترون‌های ظرفیتی، بار یون و آشنایی با رزونانس

برای تعیین مجموع الکترون‌های ظرفیتی در یک ترکیب کافیسست فرمول زیر را اجرا کنیم:

$$\text{بار} - \text{مجموع الکترون‌های ظرفیتی هر اتم} = \text{مجموع الکترون‌های ظرفیتی}$$

تمرین

۱۲) تعداد الکترون‌های ظرفیتی هرگونه را مشخص کنید.

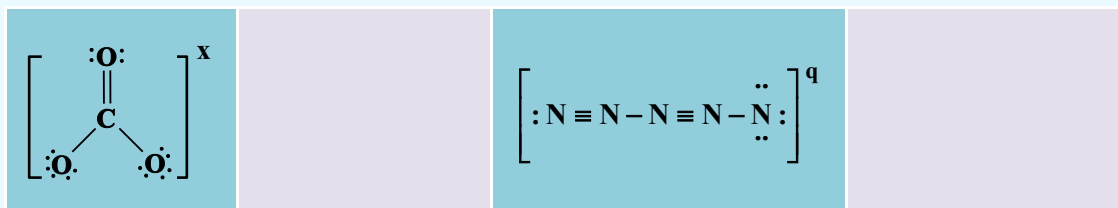


برای تعیین بار یک یون می‌توانیم از فرمول زیر استفاده کنیم:

$$\text{تعداد الکترون‌های پیوندی و ناپیوندی} - \text{مجموع الکترون‌های ظرفیتی هر اتم} = \text{بار یون}$$

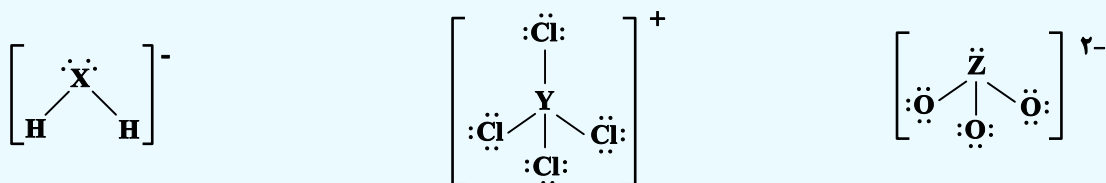
تمرین

۱۳) بار هر ترکیب را مشخص کنید.



تست

۱۴) X, Y, Z به ترتیب از راست به چپ به کدام گروه‌های جدول تناوبی تعلق دارند؟



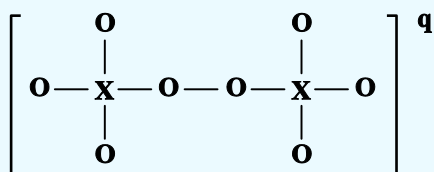
۱۶-۱۵-۱۵ (۴)

۱۴-۱۵-۱۵ (۳)

۱۶-۱۴-۱۶ (۲)

۱۵-۱۶-۱۵ (۱)

۱۵) در ساختار یون مقابل، اگر بدانیم اتم X جزو گروه ۱۶ است و همهی اتم‌ها اوکتت هستند، q کدام است؟



+۱ (۴)

+۲ (۳)

-۱ (۲)

-۲ (۱)

اکسیدهای فلزی (بازی) و نافلزی (اسیدی)

به اکسیدهای فلزی (CaO و MgO و ...) اکسیدهای بازی گویند؛ زیرا از واکنش اغلب آن‌ها با آب، باز تولید می‌شود.

هیدروکسید فلز → آب + اکسید فلزی



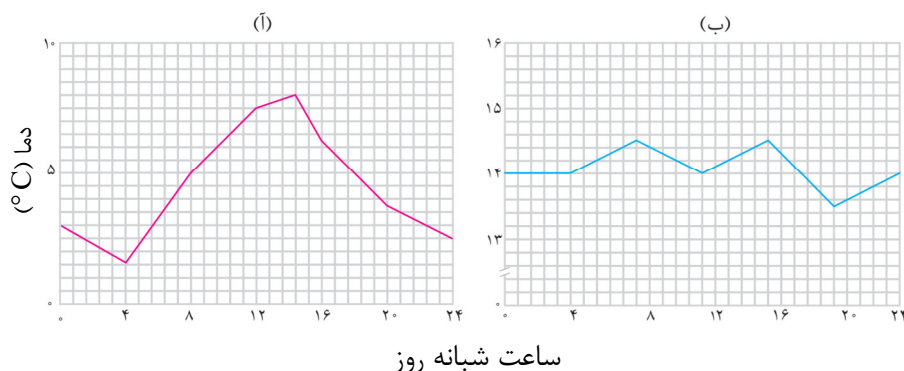
به اکسیدهای نافلزی (SO_2 ، CO_2 و ...) اکسیدهای اسیدی گویند؛ زیرا از واکنش اغلب آن‌ها با آب، اسید تولید می‌شود.

اسید → آب + اکسید نافلز



اثر گلخانه‌ای

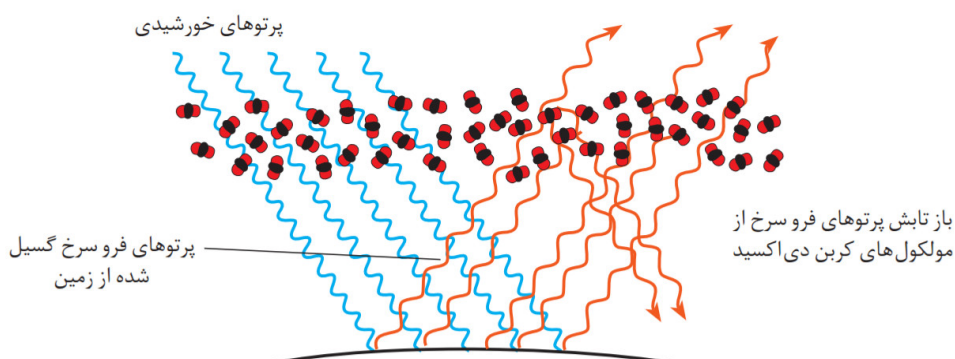
به نمودارهای زیر که تغییرات دمایی بیرون گلخانه و درون گلخانه را در یک شبانه روز نشان می‌دهند، دقت کنید.



برخی از گازهای موجود در هوا کره مانند CO_2 ، H_2O و ... نیز مانند پلاستیک گلخانه عمل کرده و مانع از خروج پرتوهای تابش شده از سمت زمین می‌شوند و بدین ترتیب زمین را گرم‌تر می‌کنند. اگر این گازها نبودند، میانگین هوای کره زمین به ۱۸- درجه سلسیوس کاهش می‌یافت. به این گازها اصطلاحاً **گازهای گلخانه‌ای** می‌گویند.



در شکل زیر عملکرد مولکول‌های CO_2 در برابر خورشید را می‌بینید.

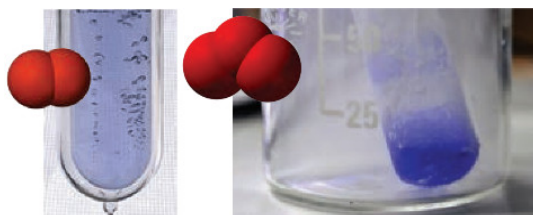


همانطور که می‌بینید، مولکول‌های CO_2 مقداری از پرتوهای فرو سرخ گسیل شده از زمین را برمی‌گردانند و باعث گرم شدن زمین می‌شوند.

اثر گلخانه‌ای در حالت کلی پدیده مفیدی است، به طوری که اگر وجود نداشت همانطور که گفتیم میانگین دمای کره زمین به -18 درجه سلسیوس کاهش می‌یافت، اما مقدار زیاد آن سبب گرمای زیاد زمین می‌شود که مضر است.

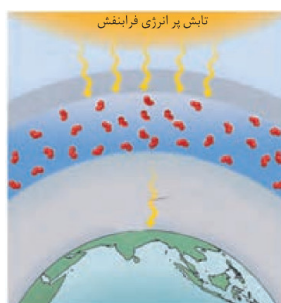
اوزون

آلوتروپ: به شکل‌های گوناگون مولکولی یا بلوری یک عنصر، دگرشکل یا آلوتروپ گفته می‌شود. اوزون یک دگرشکل یا آلوتروپ اکسیژن است.



دگر شکل	فرمول	جرم مولی	ساختار لوویس	واکنش پذیری	نقطه جوش (سلسیوس)	کاربرد
اکسیژن	O _۲	۳۲		کم تر	-۱۸۳	تنفس، واکنش های مختلف
اوزون	O _۳	۴۸		بیشتر	-۱۱۲	در صنعت به عنوان گندزدایی میوه ها ، سبزیجات و از بین بردن جانداران ذره بینی درون آب استفاده می شود. جلوگیری از پرتوهای فرابنفش خورشید

با توجه به این جدول متوجه می شویم که «ساختار هر ماده، تعیین کننده خواص و رفتار آن است». **لایه اوزون:** به منطقه مشخصی از استراتوسفر گفته می شود که بیشترین مقدار اوزون در آن محدوده قرار دارد.



اوزون در لایه استراتوسفر نقش بسیار مهمی دارد. اما اوزون در لایه تروپوسفر نیز یافت می شود، که نقش بسیار زیانبار و مضر دارد و آلاینده های سمی و خطرناک به شمار می آید، به طوری که وجود آن باعث سوزش چشم و آسیب دیدن ریه ها می شود.

شیوه تولید اوزون تروپوسفری:

۱) گاز نیتروژن که اصلی ترین جزء سازنده هوا کره است واکنش پذیری بسیار کمی دارد و به طور معمول با اکسیژن وارد واکنش نمی شود، اما هنگام رعد و برق و همچنین در موتور خودروها به دلیل دمای بالا این گاز با اکسیژن واکنش می دهد و اکسیدهای نیتروژن را بوجود می آورد.



۲) در این هوای آلوده و در حضور نور خورشید، واکنش زیر رخ می دهد و مقداری گاز اوزون تولید می شود که همان اوزون تروپوسفری است.



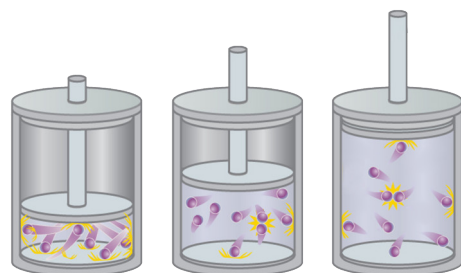
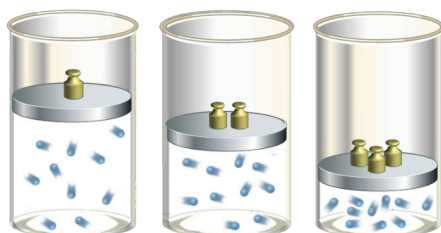
آشنایی با گازها

خواص گازها

(۱) شکل و حجم مشخصی ندارند.



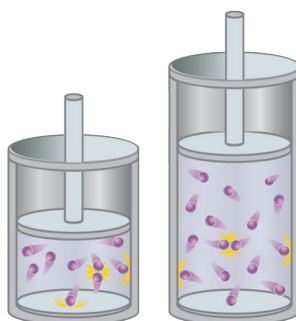
(۲) گازها برخلاف جامدها و مایع‌ها تراکم‌پذیر هستند.



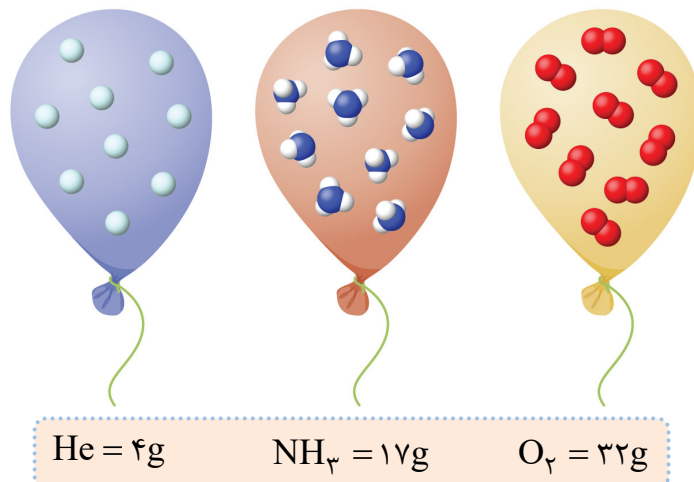
$T = 200\text{ K}$ $T = 300\text{ K}$ $T = 400\text{ K}$

(۳) افزایش دما باعث افزایش حجم گاز می‌شود.

نکته شکل زیر نمونه‌ای از یک گاز را در دما و فشار ثابت نشان می‌دهد که تفاوت حجم این دو به علت تعداد مول گازی موجود در آنها است.



قانون آووگادرو: بر اساس این قانون؛ در دما و فشار یکسان حجم یک مول از گازهای گوناگون با هم برابر است.



نکته شیمی دان‌ها دمای صفر درجه سلسیوس و فشار یک اتمسفر را به عنوان شرایط استاندارد (STP) در نظر گرفته‌اند.

شماره نمونه	۱	۲	۳	۴	۵
فرمول شیمیایی گاز	H_2	Ne	CO_2	O_2	He
ظرف محتوی گاز					
مول (mol)	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۵۰	۰/۵۰	۱/۰
حجم (L)	۵/۶	۵/۶	۱۱/۲	۱۱/۲	۲۲/۴
جرم (g)	۰/۵۰	۵/۰	۲۲/۰	۱۶/۰	۴/۰

نکته در شرایط استاندارد (STP)، حجم یک مول از هر گاز برابر ۲۲/۴ لیتر است.

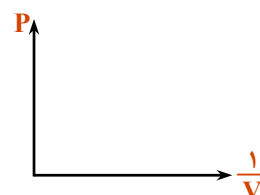
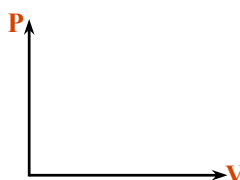
قوانین گازها



نکته برای توصیف یک نمونه گاز افزون بر مقدار آن باید دما و فشار آن نیز مشخص باشد.

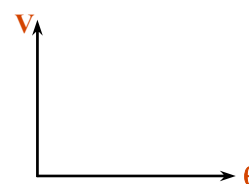
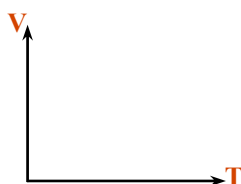
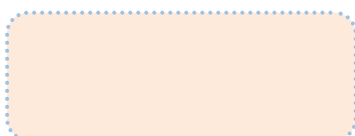
(۱) رابطه‌ی بین حجم و فشار :

$$PV = nRT \Rightarrow$$



(۲) رابطه‌ی بین حجم و دما :

$$PV = nRT \Rightarrow$$



(۳) رابطه‌ی بین دما و فشار :

$$PV = nRT \Rightarrow$$



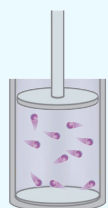
جمع بندی:

$$PV = nRT \Rightarrow \frac{PV}{nT} = R$$

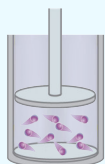
$$\frac{P_1 V_1}{n_1 T_1} = \frac{P_2 V_2}{n_2 T_2}$$

تست

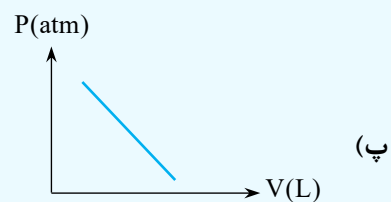
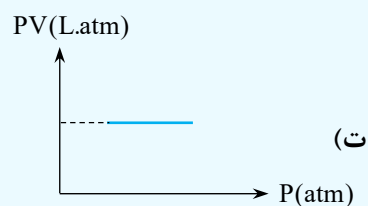
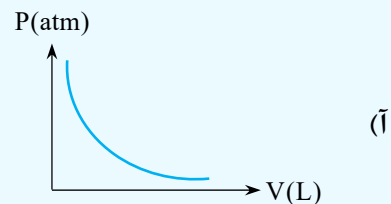
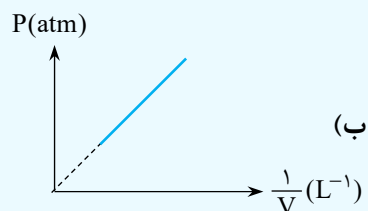
۱۶) چه تعداد از نمودارهای داده شده برای بیان قانونی که از شکل زیر استنباط می شود، درست است؟



$T = 200 \text{ K}$



$T = 200 \text{ K}$



۴ (۴)

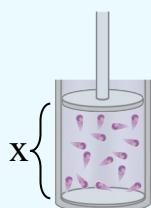
۳ (۳)

۲ (۲)

۱ (۱)

تست

۱۷) یک نمونه گاز در سیلندری با پیستون روان دارای فشار 1 atm در دمای 273°C وجود دارد. اگر در همین فشار، دمای گاز را به 546°C برسانیم، کدام گزینه حجم این گاز را به درستی نمایش می دهد؟



۲X (۲)

$\frac{X}{2}$ (۱)

$\frac{2X}{3}$ (۴)

$\frac{3X}{2}$ (۳)

تست

۱۸) اگر در دمای ثابت، فشار گازی را ۳ اتمسفر افزایش دهیم، تغییر حجم آن $\frac{1}{6}$ حجم اولیه اش می شود. فشار اولیه ی گاز چند اتمسفر بوده است؟

۸ (۴)

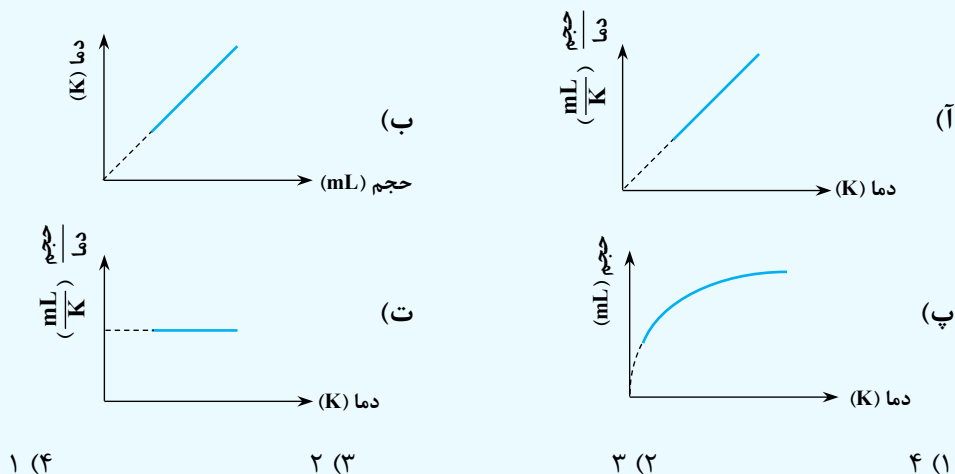
۶ (۳)

۴ (۲)

۲ (۱)

تست ✓

۱۹) چه تعداد از نمودارهای زیر در مورد ارتباط میان حجم مقدار معینی گاز و دمای آن، در فشار ثابت، درست‌اند؟



تست ✓

۲۰) اگر در فشار ثابت، دمای گازی را از A به ۲A درجه سانتیگراد برسانیم، حجم گاز چه تغییری می‌کند؟ (المپیاد آمریکا)
 (۱) دوبرابر می‌شود. (۲) ثابت می‌ماند. (۳) نصف می‌شود. (۴) اطلاعات بیشتری نیاز است.

تست ✓

۲۱) برای آن که حجم مقدار معینی گاز ۵٪ افزایش یابد، دمای آن را ۱۴ کلوین افزایش می‌دهیم. دمای اولیه‌ی گاز چند درجه‌ی سلسیوس بوده است؟

۷ (۱) ۲۷ (۲) ۲۷۳ (۳) ۲۸۰ (۴)

رابطه‌ی بین چگالی دو گاز :

$$\frac{\rho_1}{\rho_2} = \frac{\frac{M_1}{V_1}}{\frac{M_2}{V_2}} \Rightarrow \underline{\hspace{2cm}} = \underline{\hspace{2cm}}$$

✓ تست

۲۲) اگر ۲۴ گرم گاز متان در دما و فشار معین ۳۰ لیتر حجم داشته باشد، ۵۵ گرم گاز CO_2 در همان دما و فشار چند لیتر حجم خواهد داشت؟ ($\text{C} = 12, \text{H} = 1, \text{O} = 16 : \text{g.mol}^{-1}$)

۲۵ (۱) ۴۵ (۲) ۲۰ (۳) ۴۰ (۴)

✓ تست

۲۳) اگر چگالی گاز نئون در دما و فشار معینی برابر 0.75 g.L^{-1} باشد، چگالی گاز اکسیژن در همان دما و فشار بر حسب گرم بر لیتر کدام است؟ ($\text{Ne} = 20, \text{O} = 16 : \text{g.mol}^{-1}$)

۰/۶ (۱) ۰/۹ (۲) ۱/۲ (۳) ۱/۸ (۴)

✓ تست

۲۴) چگالی گازی در دمای 65°C و فشار 730 mmHg برابر با $2/14 \text{ g.L}^{-1}$ و در همین شرایط چگالی گاز اکسیژن برابر با $1/11 \text{ g.L}^{-1}$ است. جرم مولی گاز مورد نظر تقریباً چند گرم بر مول است؟ ($\text{O} = 16 : \text{g.mol}^{-1}$)

۱۶/۶ (۱) ۴۷/۹ (۲) ۶۱/۷ (۳) ۷۶ (۴)



روش حل مسایل استوکیومتری گازها



$$\frac{\text{مول}}{\text{ضریب}} = \frac{\text{جرم}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} = \frac{\text{مولکول}}{N_A \times \text{ضریب}} = \frac{\text{اتم}}{N_A \times X \times \text{ضریب}} = \frac{\text{حجم (L)}}{\text{حجم} \times 22/4 \times \text{ضریب}} = \frac{\text{حجم (mL)}}{\text{حجم} \times 22400 \times \text{ضریب}}$$

✓ تست

(۲۵) در شرایط STP، $3/36$ لیتر گاز نیتروژن دی اکسید دارای چند اتم اکسیژن است؟

- (۱) $18/06 \times 10^{22}$ (۲) $12/04 \times 10^{22}$ (۳) $6/02 \times 10^{22}$ (۴) $3/01 \times 10^{22}$

✓ تست

(۲۶) نمونه‌ای از گاز متان که شامل $1/204 \times 10^{22}$ اتم هیدروژن است، در شرایط STP چه حجمی برحسب L را اشغال می‌کند؟

- (۱) $1/12$ (۲) $0/112$ (۳) $2/24$ (۴) $0/224$

✓ تست

(۲۷) اگر ۴ گرم از SO_n در شرایط STP حجمی برابر با $1/12$ لیتر داشته باشد n کدام است؟

- (۱) ۲ (۲) ۳ (۳) ۱ (۴) ۴

✓ تست

(۲۸) $10/5$ گرم از هیدروکربنی که دارای ۶ اتم H است را وارد بادکنکی کرده ایم و حجم بادکنک در شرایط STP به $5/6$ لیتر رسیده است. فرمول مولکولی هیدروکربن کدام است؟ ($C = 12, H = 1 : g.mol^{-1}$)

- (۱) C_2H_6 (۲) C_3H_6 (۳) C_4H_6 (۴) اطلاعات کافی نیست.

✓ تست

۲۹) شمار اتم‌های کلر در ۵۶٪ لیتر گاز کلر در شرایط STP، برابر شمار اتم‌ها در چند گرم نئون است؟ ($\text{Ne} = 20 : \text{g.mol}^{-1}$)

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۵٪ ۴) ۵٪

✓ تست

۳۰) چگالی کدام یک از گازهای زیر در شرایط استاندارد $1/25 \text{ g.L}^{-1}$ است؟ ($\text{F} = 19, \text{O} = 16, \text{N} = 14, \text{Cl} = 35.5 : \text{g.mol}^{-1}$)

۱) کلر ۲) نیتروژن ۳) اکسیژن ۴) فلوئور

✓ تست

۳۱) اگر چگالی گازی نسبت به گاز نئون $2/2$ باشد، ۱۱ گرم از این گاز چند مول از آن است؟ ($\text{Ne} = 20 : \text{g.mol}^{-1}$)

۱) ۱۵٪ ۲) ۲۲٪ ۳) ۲۵٪ ۴) ۴۴٪

✓ تست

۳۲) چگالی گاز نیتروژن در شرایط معینی از دما و فشار برابر $1/4 \text{ g.L}^{-1}$ گزارش شده است. در همین شرایط، ۲٪ مول گاز کربن دی اکسید، چه حجمی را برحسب لیتر اشغال می‌کند؟ ($\text{C} = 12, \text{N} = 14, \text{O} = 16 : \text{g.mol}^{-1}$)

۱) ۴٪ ۲) ۴۴٪ ۳) ۲/۲ ۴) ۸۸٪

چند سوال برای مرور استوکیومتری و نکات جدید

جرم مولی ترکیب های مهم:

$$\begin{aligned} \text{CO}_3 = 60 \left\{ \begin{array}{l} \text{CaCO}_3 = 40 + 60 = 100 \\ \text{Na}_2\text{CO}_3 = 46 + 60 = 106 \\ \text{NaHCO}_3 = 24 + 60 = 84 \\ \text{H}_2\text{CO}_3 = 2 + 60 = 62 \end{array} \right. \quad \text{SO}_4 = 96 \left\{ \begin{array}{l} \text{H}_2\text{SO}_4 = 2 + 96 = 98 \\ \text{Na}_2\text{SO}_4 = 46 + 96 = 142 \\ \text{NaHSO}_4 = 24 + 96 = 120 \\ \text{CaSO}_4 = 40 + 96 = 136 \end{array} \right. \\ \\ \text{NO}_3 = 62 \left\{ \begin{array}{l} \text{HNO}_3 = 1 + 62 = 63 \\ \text{NaNO}_3 = 23 + 62 = 85 \\ \text{NH}_4\text{NO}_3 = 18 + 62 = 80 \\ \text{KNO}_3 = 39 + 62 = 101 \\ \text{C}_3\text{H}_5(\text{NO}_3)_3 = 41 + 3(62) = 227 \end{array} \right. \quad \begin{array}{l} \text{H}_3\text{PO}_4 = 98 \\ \text{CH}_3\text{COOH} = 60 \\ \text{HCOOH} = 46 \\ \text{C}_2\text{H}_5\text{OH} = 46 \\ \text{CaCl}_2 = 111 \end{array} \end{aligned}$$

✓ تست

(۳۳) ۹۰ گرم گلوکز برای اکسایش کامل، به چند گرم اکسیژن، نیاز دارد؟ (C = ۱۲, O = ۱۶, H = ۱: g.mol⁻¹)

۷۲ (۱) ۸۶ (۲) ۹۶ (۳) ۴۴ (۴)

✓ تست

(۳۴) اگر مقدار ۶/۶۴ گرم پتاسیم یدید با مقدار اضافی محلول سرب (II) نیترات واکنش دهد، چند گرم ماده‌ی زردرنگ

تولید می‌شود؟ (Pb = ۲۰۷, I = ۱۲۷, K = ۳۹: g.mol⁻¹)

۲۸/۱۴ (۱) ۳/۱۱ (۲) ۱۸/۴۴ (۳) ۹/۲۲ (۴)



✓ تست

۳۵ اگر در واکنش ۴ گرم هیدروکسید یک فلز اصلی گروه ۱، با مقدار کافی محلول سولفوریک اسید، مقدار ۷/۱ گرم سولفات آن فلز تشکیل شود، جرم اتمی این فلز، کدام است؟ ($O = ۱۶, S = ۳۲ : g.mol^{-1}$)

۲۳ (۱) ۳۹ (۲) ۴۶ (۳) ۸۷ (۴)



✓ تست

۳۶ مجموع ضریب‌های مولی مواد در معادله‌ی موازنه‌ی شده‌ی واکنش کربن دی‌اکسید با لیتیم پراکسید کدام است و به ازای مصرف ۱۱/۵ گرم لیتیم پراکسید، چند لیتر گاز اکسیژن در شرایط STP تولید می‌شود؟ ($O = ۱۶, Li = ۷ : g.mol^{-1}$)

۲/۳ - ۷ (۱) ۲/۸ - ۷ (۲) ۲/۴ - ۸ (۳) ۳/۲ - ۸ (۴)



✓ تست

۳۷ یک مول گاز متان با ده مول گاز شامل ۲۰٪ اکسیژن و ۸۰٪ نیتروژن وارد موتور خودرو شده و به طور کامل می‌سوزد. اگر تمامی فراورده‌ها گاز باشند، چند درصد حجم گازهای خارج شده از آگزوز را به تقریب کربن دی‌اکسید تشکیل می‌دهد؟

۶۶ / ۶ (۱) ۳۳ / ۳ (۲) ۱۸ / ۲ (۳) ۹ / ۱ (۴)

تست

۳۸ اگر محلول کلرید یک فلز که دارای ۲/۷ گرم از این نمک است با مقدار کافی محلول نقره نیترات، ۵/۷۴ گرم نقره کلرید تشکیل دهد، نسبت جرم مولی این فلز به ظرفیت آن، کدام است؟ معادله‌ی واکنش را به صورت: $MCl_n(aq) + nAgNO_3(aq) \rightarrow M(NO_3)_n(aq) + nAgCl(s)$ در نظر بگیرید.

($Cl = 35/5, Ag = 108 : g.mol^{-1}$)

۳۲ (۴)

۴۶ (۳)

۵۴ (۲)

۶۷/۵ (۱)

تست

۳۹ مخلوطی به جرم ۵ گرم از CaO و CaC_2 در آب انداخته شده است. اگر حجم گاز جمع آوری شده در شرایط STP برابر ۱/۵ لیتر باشد، درصد جرمی کلسیم اکسید در این مخلوط کدام است؟ ($C = 12, O = 16, Ca = 40 : g.mol^{-1}$) (کلسیم کاربید در آب تولید کلسیم هیدروکسید و گاز اتین می‌کند.)

۶۰ (۴)

۵۵ (۳)

۵۰ (۲)

۴۰ (۱)

نکته اگر در سوالی درصد حجمی یک گاز را خواستند، بهتر است بجای آن درصد مولی را بدست آوریم، چون حجم مولی گازها در شرایط یکسان عددی ثابت است.

۴۰ اگر مخلوطی از گازهای متان و هیدروژن به طور کامل بسوزد و مقدار ۵/۶ لیتر گاز کربن دی‌اکسید در شرایط STP و ۱۱/۲۵ گرم آب تولید شده باشد، چند درصد حجمی این مخلوط گاز هیدروژن بوده است؟

(C = ۱۲, H = ۱, O = ۱۶ : g.mol⁻¹)

استوکیومتری جرمی، حجمی و مولی + غلظت

غلظت مولار (مولاریته): تعداد مول ماده حل شونده در یک لیتر محلول.

$$M = \frac{n}{V} \quad \frac{\text{mol}}{\text{L}}$$

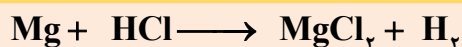
$$\frac{\text{مول}}{\text{ضریب}} = \frac{\text{جرم}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} = \frac{\text{مولکول}}{N_A \times \text{ضریب}} = \frac{\text{اتم}}{N_A \times \text{ضریب}} = \frac{\text{حجم (L)}}{22.4 \times \text{ضریب}} = \frac{\text{حجم (mL)}}{22400 \times \text{ضریب}}$$

$$\frac{\text{غلظت مولی} \times \text{حجم (mL)}}{1000 \times \text{ضریب}} = \frac{\text{غلظت مولی} \times \text{حجم (L)}}{\text{ضریب}}$$

تست ✓

۴۱) اگر مقدار زیادی فلز منیزیم را درون ۵۰۰ میلی لیتر محلول هیدروکلریک اسید با غلظت ۱٪ مولار بریزیم، چند میلی لیتر گاز هیدروژن در شرایط STP حاصل می شود؟

- ۱) ۵۶۰ (۲) ۱۱۲۰ (۳) ۲۲۴۰ (۴) ۱۱۲۰۰



تست ✓

۴۲) اگر ۲۵۰ میلی لیتر محلول سدیم هیدروکسید بتواند در واکنش کامل با فسفریک اسید، ۱٪ مول سدیم فسفات در آب تشکیل دهد، غلظت این محلول، برابر چند مول بر لیتر است؟ (تجربی ۹۳)

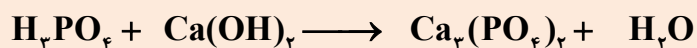
- ۱) ۲/۸ (۲) ۲/۵ (۳) ۱/۴ (۴) ۱/۲



تست ✓

۴۳) برای خنثی شدن کامل ۵۰ میلی لیتر فسفریک اسید با غلظت ۲٪ مولار، به چند میلی لیتر کلسیم هیدروکسید با غلظت ۱٪ مولار نیاز داریم؟

- ۱) ۵۰ (۲) ۱۰۰ (۳) ۱۵۰ (۴) ۲۰۰



✓ تست

(۴۴) اگر غلظت مولکولی کل یون‌های موجود در یک نمونه محلول کلسیم کلرید خالص، برابر 6 mol.L^{-1} باشد، در واکنش 100 میلی لیتر از این محلول با محلول نقره نیترات، چند میلی گرم رسوب سفید نقره کلرید تشکیل می‌شود؟

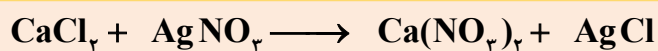
($\text{Cl} = 35.5, \text{Ag} = 108 : \text{g.mol}^{-1}$)

۷۱۶/۵ (۴)

۵۷۴ (۳)

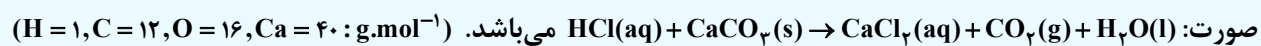
۴۳۰/۵ (۲)

۲۸۷ (۱)



✓ تست

(۴۵) به 100 میلی لیتر محلول 2 مولار HCl ، آب مقطر اضافه می‌کنیم تا حجم آن به یک لیتر برسد. 100 میلی لیتر از این محلول، با چند میلی گرم کلسیم کربنات خنثی می‌شود؟ معادله‌ی موازنه نشده‌ی واکنش به صورت:



می‌باشد. ($\text{H} = 1, \text{C} = 12, \text{O} = 16, \text{Ca} = 40 : \text{g.mol}^{-1}$)

۲۰۰ (۴)

۱۰۰ (۳)

۲۰ (۲)

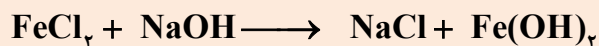
۱۰ (۱)

واکنش های پیایی:

✓ تست

۴۶ اگر ۱۰۰ میلی لیتر محلول ۰/۲ مولار هیدروکلریک اسید با فلز آهن واکنش کامل دهد، محلول حاصل با سدیم هیدروکسید چند گرم رسوب تشکیل می‌دهد؟ ($H = 1, O = 16, Fe = 56 : g.mol^{-1}$)

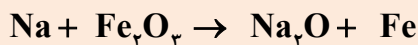
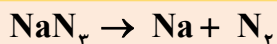
- (۱) ۰/۱۶ (۲) ۰/۱۸ (۳) ۰/۹ (۴) ۰/۸



✓ تست

۴۷ از تجزیه‌ی ۶/۵ گرم سدیم آزید در کیسه‌ی هوای یک اتومبیل، چند گرم جوش شیرین به‌دست می‌آید؟ ($Na = 23, H = 1, C = 12, O = 16, Fe = 56, N = 14 : g.mol^{-1}$)

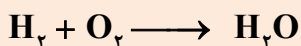
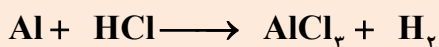
- (۱) ۶۵ (۲) ۸۴ (۳) ۶/۵ (۴) ۸/۴



✓ تست

۴۸ چند گرم آلومینیوم باید با هیدروکلریک اسید واکنش دهد، تا گاز به‌دست آمده با ۱۶ گرم اکسیژن، واکنش کامل دهد؟ ($Al = 27, O = 16 : g.mol^{-1}$)

- (۱) ۲/۷ (۲) ۹ (۳) ۱۳/۵ (۴) ۱۸



واکنش های گازی در شرایط غیر استاندارد:

تست

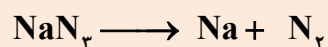
۴۹) از تجزیه ی ۶/۵ گرم NaN_3 ، چند لیتر گاز نیتروژن با چگالی تقریبی 9 g.L^{-1} آزاد می شود؟
($\text{Na} = 23, \text{N} = 14: \text{g.mol}^{-1}$)

۴/۶۷ (۴)

۶/۷۴ (۳)

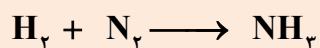
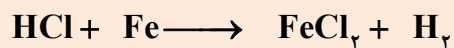
۳/۱۵ (۲)

۲/۴۵ (۱)



تمرین

۵۰) گاز حاصل از واکنش ۲۰۰ میلی لیتر محلول ۰/۱ مولار HCl با آهن کافی، با چند لیتر گاز نیتروژن به چگالی ۱/۴ گرم بر لیتر واکنش می دهد؟ ($\text{N} = 14: \text{g.mol}^{-1}$)



درصد جرمی

درصد جرمی: درصد جرمی را با نماد W/W % نمایش می‌دهند که برابر شمار قسمت‌های حل شونده در ۱۰۰ قسمت محلول می‌باشد.

$$\text{درصد جرمی} = \frac{\text{جرم ماده حل شونده}}{\text{جرم محلول}} \times 100$$

✓ تست

(۱) ۵ گرم سود با خلوص ۸۰ درصد را در ۲۰ گرم آب حل می‌کنیم. درصد جرمی سود در این محلول کدام است؟

۱۶/۶ (۲) ۱۵/۷ (۳) ۱۵/۴ (۴) ۱۶ (۱) ✓

$$5 \times \frac{80}{100} = 4g$$

$$\text{درصد جرمی} = \frac{\text{جرم ماده حل شونده}}{\text{جرم محلول}} \times 100 = \frac{4}{24} \times 100 = 16$$

✓ تست

(۲) ۳۶ گرم آب چند گرم سود حل کنیم تا درصد جرمی سود در این محلول برابر ۱۰٪ شود؟

۴۰ (۱) ۴ (۲) ✓ ۶ (۳) ۳۶ (۴)

$$10 = \frac{x}{36+x} \times 100 \rightarrow x = 4$$

✓ تست

(۳) اگر ۴۰۰ میلی‌گرم ید در ۳۱ میلی‌لیتر کربن تتراکلرید حل شود، درصد جرمی ید در محلول حاصل کدام است؟
(چگالی کربن تتراکلرید را برابر 1.6 g.cm^{-3} در نظر بگیرید.)

۰/۸ (۱) ۰/۶ (۲) ۱/۲ (۳) ۲/۴ (۴)

تست ✓

۴) چند گرم کلسیم برمید به ۸۰ گرم محلول ۴۰٪ جرمی آن اضافه کنیم تا درصد جرمی محلول به ۶۰٪ افزایش یابد؟

۱۶(۱) ۴۰(۲) ۳۲(۳) ۶۰(۴)

تست ✓

۵) دو محلول شامل آب و متانول، اولی دارای ۴۰ درصد و دومی دارای ۷۰ درصد جرمی از متانول، موجود است. اگر ۲۰۰ گرم از محلول اول با ۳۰۰ گرم از محلول دوم با یکدیگر مخلوط شوند، درصد جرمی متانول در محلول به دست آمده به تقریب کدام است؟

۴۹(۱) ۵۸(۲) ۶۱(۳) ۶۵(۴)

⇒ قسمت در میلیون (ppm) ⇐

قسمت در میلیون (ppm): نشان می‌دهد که در یک میلیون گرم از محلول، چند گرم حل شونده وجود دارد.

📌 نکته از ppm برای بیان غلظت محلول‌های بسیار رقیق مانند غلظت کاتیون‌ها و آنیون‌ها در آب معدنی، آب آشامیدنی، آب دریا، بدن جانداران، بافت‌های گیاهی و مقدار آلاینده‌های هوا استفاده می‌کنند.

$$\text{ppm} = \frac{\text{جرم حل شونده (گرم)}}{\text{جرم محلول (گرم)}} \times 10^6$$

۶ با توجه به فرمولهای زیر عدد ضرب شده در هر کسر را مشخص کنید.

$$\text{ppm} = \frac{\text{کیلوگرم حل شونده}}{\text{گرم محلول}} \times \boxed{}$$

$$\text{ppm} = \frac{\text{میلی گرم حل شونده}}{\text{گرم محلول}} \times \boxed{}$$

$$\text{ppm} = \frac{\text{میلی گرم حل شونده}}{\text{کیلوگرم محلول}} \times \boxed{}$$

$$\text{ppm} = \frac{\text{گرم حل شونده}}{\text{تن محلول}} \times \boxed{}$$

$$\text{ppm} = \text{درصد جرمی} \times \boxed{}$$

$$\text{ppm} = \frac{\text{میلی گرم حل شونده}}{\text{لیتر محلول}} \times \boxed{}$$

۷ ۱۰۰ گرم محلول نقره سولفات ۱۵/۶ ppm، شامل چند مول از این نمک است؟

($\text{Ag} = 108, \text{S} = 32, \text{O} = 16: \text{g.mol}^{-1}$)

$$15/6 \times 10^{-4} \text{ (۴)}$$

$$12/3 \times 10^{-3} \text{ (۳)}$$

$$5 \times 10^{-6} \text{ (۲)}$$

$$2 \times 10^{-5} \text{ (۱)}$$

۸ یک صافی آب آشامیدنی، ظرفیت جذب حداکثر ۳ مول یون نیترات را از آب دارد. با استفاده از این صافی حداکثر می توان چند لیتر آب شهری دارای ۱۰۰ ppm یون نیترات را به طور کامل تصفیه کرد؟

($\text{O} = 16, \text{N} = 14: \text{g.mol}^{-1}$ و $\text{چگالی آب} = 1 \text{ g.mL}^{-1}$)

$$400 \text{ (۴)}$$

$$800 \text{ (۳)}$$

$$160 \text{ (۲)}$$

$$1860 \text{ (۱)}$$

✓ تست

۹) ۲/۱۲ گرم Na_2CO_3 در ۵ کیلوگرم محلول آن حل شده است. غلظت یون Na^+ در این محلول چند ppm است؟
($\text{Na} = 23, \text{C} = 12, \text{O} = 16 : \text{g.mol}^{-1}$)

۱/۸۴ (۴)

۹۲ (۳)

۱۸۴ (۲)

۰/۹۲ (۱)

✓ تست

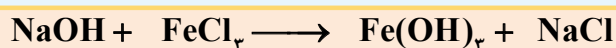
۱۰) ۱۰ گرم محلول سدیم هیدروکسید با غلظت ۱۲۰ ppm با چند مول آهن (III) کلرید واکنش کامل می‌دهد؟
($\text{O} = 16, \text{H} = 1, \text{Na} = 23 : \text{g.mol}^{-1}$)

2×10^{-5} (۴)

1×10^{-5} (۳)

4×10^{-3} (۲)

1×10^{-3} (۱)



✓ تست

۱۱) یک نمونه سوخت دارای ۹۶ ppm گوگرد است. سوختن هر تن از آن چند گرم سولفوریک اسید به محیط زیست وارد می‌کند؟ (هر مول گوگرد، یک مول سولفوریک اسید تولید می‌کند).
($\text{S} = 32, \text{O} = 16, \text{H} = 1 : \text{g.mol}^{-1}$)

۲۴ (۴)

۲۹/۴ (۳)

۲۴۰ (۲)

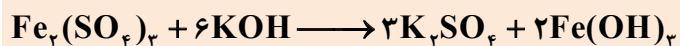
۲۹۴ (۱)



تست ✓

۱۲) ۱۰۰ گرم محلول پتاسیم هیدروکسید با غلظت ۸۴۰ ppm در واکنش کامل با محلول آهن (III) سولفات، چند مول رسوب آهن (III) هیدروکسید تشکیل می‌دهد؟ ($K = 39$, $O = 16$, $H = 1$: g.mol⁻¹)

(۱) 5×10^{-3} (۲) 2×10^{-3} (۳) 5×10^{-4} (۴) 2×10^{-4}



تست ✓

۱۳) در محلول ۱۲۷۸/۰ درصد جرمی آلومینیم نیترات، غلظت یون نیترات، چند ppm است؟ ($Al = 27$, $O = 16$, $N = 14$)

(۱) ۱۲۷۸ (۲) ۱۱۶۰ (۳) ۱۱۱۶ (۴) ۱۱۶۱

غلظت مولی (مولار)

غلظت مولی (مولار): نشان دهنده تعداد مول حل شونده در یک لیتر محلول است و دارای واحد mol.L⁻¹ می‌باشد

$$\text{غلظت مولی} = \frac{\text{تعداد مول ماده بر حسب مول}}{\text{حجم محلول بر حسب لیتر}}$$

$$\text{غلظت مولی} = \frac{\text{۱۰ad}}{\text{جرم مولی}}$$

پرباربردترین غلظت در محلول‌ها غلظت مولار است؛ زیرا شیمی‌دان‌ها مقدار ماده را بر حسب مول بیان می‌کنند و اندازه‌گیری حجم یک مایع نسبت به جرم آن کار ساده‌تری است.

✓ تست

۱۴ در ۲۵ میلی لیتر محلول ۳۴ درصد جرمی آمونیاک با چگالی 0.98 g.mL^{-1} ، چند مول آمونیاک وجود دارد و این محلول چند مولار است؟ (گزینه‌ها را از راست به چپ بخوانید.) ($H = 1, N = 14 : \text{g.mol}^{-1}$)

۱۵/۷ ، ۰/۴۹ (۱) ۱۹/۶ ، ۰/۴۹ (۲) ۱۵/۷ ، ۰/۵۲ (۳) ۱۹/۶ ، ۰/۵۲ (۴)

✓ تست

۱۵ با ۸۰ گرم محلول ۳۶/۵ درصد جرمی هیدروکلریک اسید، چند میلی لیتر محلول $2/3 \text{ mol.L}^{-1}$ آن را می‌توان تهیه کرد؟ ($H = 1, Cl = 35.5 : \text{g.mol}^{-1}$)

۲۵۰ (۱) ۲۰۰ (۲) ۱۵۰ (۳) ۱۰۰ (۴)

✓ تست

۱۶ با ۸۴ گرم محلول ۲۰ درصد جرمی سدیم هیدروکسید، چند میلی لیتر محلول $2/5 \text{ mol.L}^{-1}$ آن را می‌توان تهیه کرد؟ ($H = 1, O = 16, Na = 23 : \text{g.mol}^{-1}$)

۱۶/۸ (۱) ۱۶۸ (۲) ۴/۲ (۳) ۴۲ (۴)

✓ تست

۱۷ محلول ۶ مولار سولفوریک اسید با چگالی 1.2 g.mL^{-1} دارای چه غلظتی بر حسب ppm است؟ ($H = 1, O = 16, S = 32 : \text{g.mol}^{-1}$)

۴۹۰۰۰ (۱) ۹۸۰۰۰ (۲) ۹۸۰۰۰۰ (۳) ۴۹۰۰۰۰ (۴)

۱۸) چنانچه ۳ لیتر محلول ۰/۲ مولار سدیم سولفات را با یک لیتر محلول ۰/۶ مولار سدیم نیترات مخلوط کنیم غلظت یون های Na^+ و SO_4^{2-} در محلول نهایی به ترتیب چند مول بر لیتر است؟

۰/۱۵ - ۰/۴۵ (۱) ۰/۳ (۲) - ۰/۱۵ ۰/۴۵ (۳) - ۰/۱۲ ۰/۳ (۴) - ۰/۱۲



- موارد زیر را به خاطر بسپارید.
- دستگاه اندازه گیری قند خون را **گلوکومتر** می نامند.
 - عددی که روی صفحه نمایش گلوکومتر ظاهر می شود بیانگر مقدار گلوکوز (برحسب میلی گرم) در یک دسی لیتر (dL) از خون است.
 - فرمول شیمیایی **گلوکز** که نوعی قند است به صورت $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ می باشد.
 - هر دسی لیتر (dL)، معادل ۱۰۰ mL یا ۰/۱ لیتر است.

$$1 \text{ dL} = 100 \text{ mL} = 0.1 \text{ L}$$

= غلظت قند خون برحسب ppm

= غلظت قند خون برحسب مولار

۱۹) باتوجه به شکل مقابل که دستگاه اندازه گیری قند خون را نشان می دهد، غلظت مولی گلوکز در این نمونه از خون چند مولار است؟ ($\text{H} = 1, \text{C} = 12, \text{O} = 16: \text{g.mol}^{-1}$)



- ۰/۰۲ (۱) ۰/۰۲ (۲) ۰/۰۵ (۳) ۰/۰۵ (۴)

تست

۲۰ مولاریته گلوکز در خون فردی 3×10^{-2} گزارش شده است. قطره‌ای از خون این فرد را روی گلوکومتر می‌اندازیم، دستگاه چه عددی را نشان می‌دهد؟

۴۵۰(۴)

۴۵(۳)

۵۴۰(۲)

۵۴(۱)



مسایل مخلوط کردن



بر روی یک محلول آب میریزیم.

مسایل مخلوط کردن

بر روی یک محلول همان محلول یا ماده موجود در آن محلول را میریزیم.

تمرین

۲۱ برای تهیه ۱۰۰ میلی لیتر محلول ۰/۹ مولار سولفوریک اسید از محلول ۱۸ مولار سولفوریک اسید، به چند میلی لیتر آب نیاز است؟

تمرین

۲۲ به ۳۰۰ میلی لیتر آب مقطر چند میلی لیتر محلول ۴ مولار سود اضافه کنیم تا محلولی به غلظت ۱/۶ مولار تهیه شود؟



تمرین ✓

۲۳ غلظت مولی محلول به دست آمده از مخلوط کردن ۵۰ میلی لیتر محلول ۳/۲ مولار پتاس با ۱۵۰ میلی لیتر از محلول ۱/۶ مولار آن، چند مول بر لیتر است؟

تمرین ✓

۲۴ به ۲۵ میلی لیتر محلول ۱/۶ مولار سدیم کلرید، ۰/۰۲ مول نمک خوراکی اضافه می‌کنیم. مولاریته‌ی محلول حاصل چقدر است؟

تمرین ✓

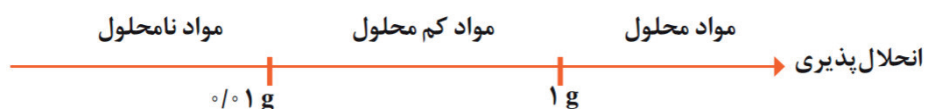
۲۵ چند میلی لیتر از محلول ۱/۲ مولار سود را به ۳۰۰ میلی لیتر محلول ۲/۲ مولار سود اضافه کنیم تا مولاریته‌ی محلول حاصل ۱/۸ مول بر لیتر شود؟

انحلال پذیری

انحلال پذیری: بیشترین مقدار از یک حل شونده بر حسب گرم، که در دمای معین در ۱۰۰ گرم حلال (آب) حل می شود، انحلال پذیری نام دارد.

توجه در تعریف بالا واژه بیشترین نشان دهنده رسیدن محلول به حالت سیر شده است؛ یعنی محلولی که نمی تواند حل شونده بیشتری را در خود حل کند.

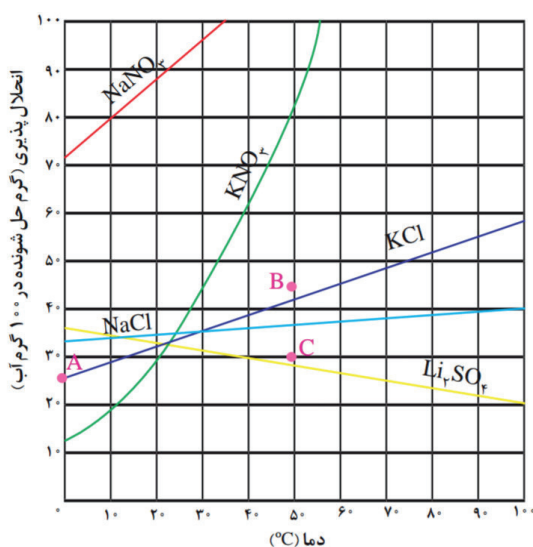
شیمی دان ها مواد حل شونده جامد را بر اساس انحلال پذیری در آب و دمای معین به صورت زیر دسته بندی می کنند.



بد نیست مواد نامحلولی که تا این جای کتاب با آنها آشنا شده ایم را در جدول زیر مرور کنیم:

ماده نامحلول	کلسیم فسفات	نقره کلرید	باریم سولفات	منیزیم هیدروکسید	آهن (II) اکسید	کلسیم کربنات
رنگ	سفید	سفید	سفید	سفید	قهوه ای	سفید

نکته کلسیم سولفات (CaSO_4) یک ماده کم محلول است؛ یعنی انحلال پذیری آن در ۱۰۰ گرم آب بین ۰/۱ تا ۱ گرم است.



دما بیشترین تاثیر را روی انحلال پذیری KNO_3 و کمترین تاثیر را روی انحلال پذیری NaCl دارد.

نقاط می توانند روی نمودار، زیر نمودار و یا بالای نمودار باشند:

نقطه روی نمودار (مانند A برای نمودار KCl): نشان دهنده محلول سیر شده است.

نقطه زیر نمودار (مانند نقطه C برای نمودار KCl): نشان دهنده محلول سیر نشده است.

نقطه بالا نمودار (مانند نقطه B برای نمودار KCl): نشان دهنده محلول فرا سیر شده است.

مسایل انحلال پذیری

✓ تست

۲۶ اگر از ۲۸/۵ گرم محلول سیرشده‌ی پتاسیم نیترات در دمای معین، پس از تبخیر کامل، مقدار ۳/۵ گرم نمک خشک به دست آید، انحلال پذیری این نمک کدام است؟

۱۸ (۴)

۱۶ (۳)

۱۴ (۲)

۱۲ (۱)

✓ تست

۲۷ با توجه به شکل روبه‌رو در ۳۰ گرم محلول سیرشده‌ی KCl در دمای ۷۵ °C، به تقریب چند گرم از این نمک وجود

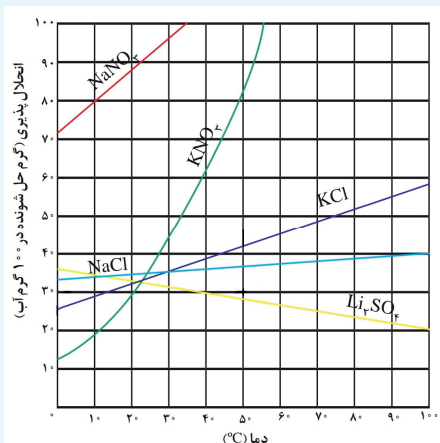
دارد؟

۶ (۱)

۸ (۲)

۱۰ (۳)

۱۲ (۴)



✓ تست

۲۸ با توجه به شکل روبه‌رو اگر ۱۹۰ گرم سدیم نیترات را در دمای ۲۳ °C در ۲۰۰ گرم آب بریزیم . پس از تشکیل

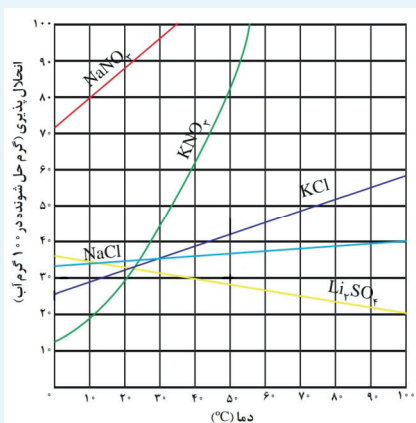
محلول سیر شده، چند گرم سدیم نیترات در ته ظرف باقی میماند؟

۲۰ (۱)

۵ (۲)

۱۰ (۳)

۱۵ (۴)



تست ✓

۲۹) با حل کردن ۱/۵ مول NH_4Cl در ۲۰۰ گرم آب در دمای ۱۰۰ درجه ی سانتی گراد محلولی سیرشده به دست می آید. انحلال پذیری این نمک کدام است؟ ($\text{Cl} = ۳۵/۵$, $\text{N} = ۱۴$, $\text{H} = ۱$: g.mol^{-1})

۱۵۷/۵ (۱) ۸۰/۲۵ (۲) ۴۰/۱۲۵ (۳) ۱۹/۷ (۴)

تست ✓

۳۰) انحلال پذیری KCl در دمای ۴۵°C برابر ۴۰ گرم و در دمای ۹۰°C برابر ۵۵ گرم است. اگر ۲۳۲/۵ گرم از این محلول را از دمای ۹۰ درجه تا دمای ۴۵ درجه سرد کنیم، چند گرم KCl رسوب می کند؟

۱۷ (۱) ۲۲/۵ (۲) ۱۵ (۳) ۷/۵ (۴)

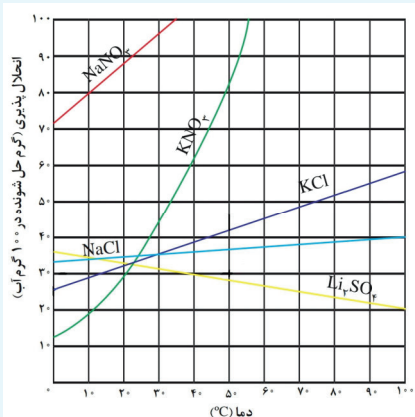
تست ✓

۳۱) انحلال پذیری KClO_3 در دمای ۷۵°C برابر ۶۰ گرم و در دمای ۲۵°C برابر ۵۴ گرم است. اگر ۴۰۰ گرم محلول سیرشده KClO_3 که در دمای ۷۵°C قرار دارد به سرعت سرد کنیم تا به دمای ۲۵°C برسد چند گرم رسوب تشکیل می شود؟

۱۷ (۱) ۲۲/۵ (۲) ۱۵ (۳) ۷/۵ (۴)

تست

۳۲ با توجه به شکل روبه‌رو اگر ۳۰ گرم محلول سیر شده پتاسیم کلرید را از دمای 75°C به 45°C سرد کنیم . چند گرم پتاسیم کلرید در ته ظرف باقی میماند؟



- (۱) ۲
(۲) ۵
(۳) ۱
(۴) ۶

تست

۳۳ انحلال پذیری پتاسیم دی کرومات در دمای 90°C برابر 70 گرم است. اگر 51 گرم محلول سیرشده‌ی آن در 90°C را تا دمای 35°C سرد کنیم، 15 گرم پتاسیم دی کرومات رسوب می‌کند. انحلال پذیری پتاسیم دی کرومات در دمای 35°C کدام است؟

(۴) $57/5$

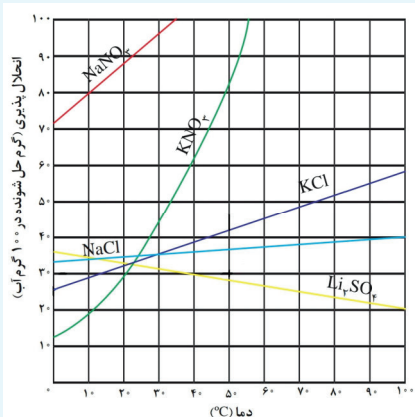
(۳) 42

(۲) 20

(۱) $16/66$

تست

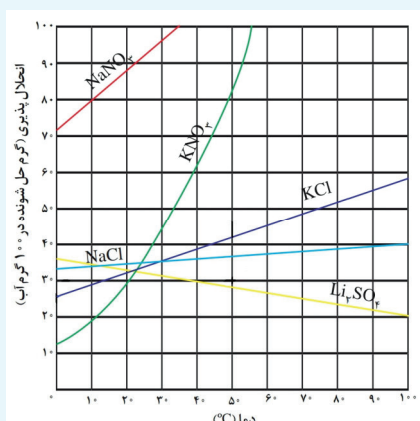
۳۴ با توجه به شکل روبه‌رو اگر 39 گرم محلول سیر شده لیتیم سولفات را از دمای 40°C تا 70°C گرم کنیم . برای انحلال نمک باقی مانده چند گرم آب باید اضافه کنیم؟



- (۱) ۱۲
(۲) ۵
(۳) ۱۰
(۴) ۶

تست

(۳۵) با توجه به شکل روبه‌رو، اگر ۳۰ گرم محلول سیر شده پتاسیم کلرید را از دمای 75°C طوری سرد کنیم که پس از جدا کردن رسوبها ۲۸ گرم محلول باقی بماند، دمای نهایی محلول چند درجه است؟



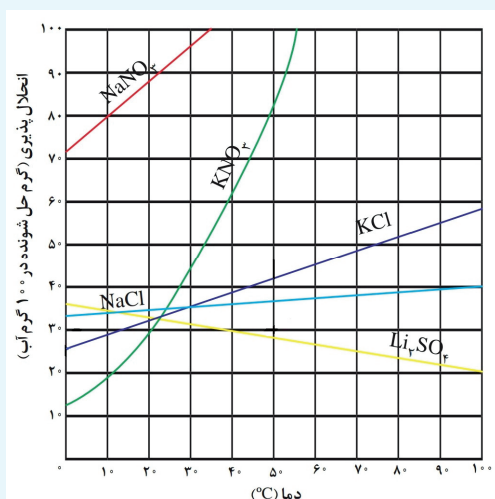
- (۱) ۴۰
(۲) ۵۰
(۳) ۴۵
(۴) ۵۵

تست

(۳۶) محلولی از CaSO_4 در ۵۰۰ گرم آب در دمای معین، دارای یک گرم یون کلسیم است. چند گرم دیگر $\text{CaSO}_4(\text{s})$ در آن حل می‌شود؟ (انحلال‌پذیری CaSO_4 در این شرایط برابر $1/2$ گرم در ۱۰۰ گرم آب است).
($\text{Ca} = 40, \text{CaSO}_4 = 136 : \text{g.mol}^{-1}$)

- (۱) صفر (۲) $1/5$ (۳) $1/7$ (۴) $4/1$

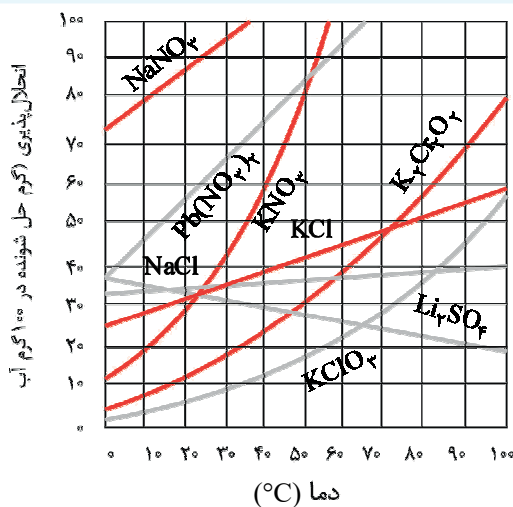
تست



(۳۷) در چهار ظرف دارای ۳۰۰g آب در دمای 15°C ، به ترتیب از راست به چپ، ۱۰۰ گرم از ترکیب‌های (A) NaNO_3 ، (B) KCl ، (C) KNO_3 و (D) NaCl اضافه و پس از هم زدن، محلول از مواد جامد باقی مانده جداسازی شده است. ترتیب چگالی محلول‌های به دست آمده، کدام است؟ (از تغییر حجم حلال، چشم پوشی شود).

- (۱) $A > D > B > C$ (۲) $B > A > C > D$
(۳) $B > D > C > A$ (۴) $A > B > D > C$

تست ✓



۳۸ با توجه به نمودار روبه رو، با سرد کردن ۹۰۰ گرم محلول سیرشده‌ی $KClO_3$ از دمای $94^\circ C$ تا دمای $32^\circ C$ و جداسازی مواد جامد، وزن محلول باقی مانده به تقریب چند گرم خواهد بود؟

- ۵۵۰(۲) ۵۰۰(۱)
۶۶۰(۴) ۶۰۰(۳)

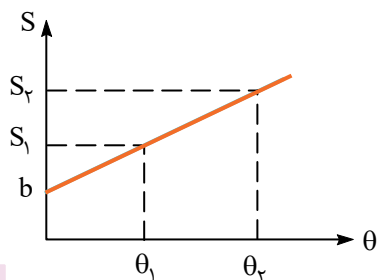
تست ✓

۳۹ محلول سیرشده‌ی نمکی با جرم مولی ۸۰ گرم و چگالی 1.2 g.mL^{-1} در دمای معین، تهیه شده است. اگر غلظت مولار آن در همان دما برابر $2/5 \text{ mol.L}^{-1}$ باشد، انحلال پذیری آن در دمای آزمایش، چند گرم در ۱۰۰ گرم آب است؟

- ۱۶(۴) ۲۰(۳) ۲۴(۲) ۳۰(۱)

کمی ریاضیات

اگر نمودار انحلال پذیری خطی باشد، نمودار S بر حسب θ می تواند به شکل زیر باشد که اطلاعات خوبی را می توان از آن به دست آورد.



$$y = ax + b$$

$$a = \frac{S_2 - S_1}{\theta_2 - \theta_1}$$

- (۱) انحلال پذیری در $\theta = 0$ به میزان b است.
- (۲) شیب خط نشان می‌دهد که با هر واحد افزایش دما انحلال پذیری چه مقدار تغییر می‌کند.
- (۳) این منحنی‌ها تا ابد ادامه ندارند؛ زیرا از یک نقطه به بعد محلول اشباع یا بخار می‌شود.
- (۴) اگر شیب منفی باشد نشان‌دهنده آن است که با افزایش دما انحلال پذیری کاهش می‌یابد.

تمرین ✓

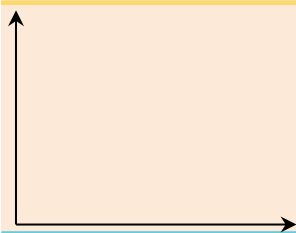
(۴۰) جدول زیر انحلال پذیری NaNO_3 را در دماهای گوناگون نشان می‌دهد. به سؤالات زیر پاسخ دهید.

$\theta(^{\circ}\text{C})$	۰	۱۰	۲۰	۳۰
$S\left(\frac{\text{g NaNO}_3}{100 \text{ g H}_2\text{O}}\right)$	۷۲	۸۰	۸۸	۹۶

آ - معادله این نمودار را به دست آورید.

ب - انحلال پذیری سدیم نیترات را در دمای 70°C پیش‌بینی کنید.

پ - معادله انحلال پذیری ماده X به صورت $S = 1/6\theta + 24$ است. موقعیت نمودار انحلال پذیری X نسبت به NaNO_3 را رسم کنید.



تمرین ✓

(۴۱) جدول زیر انحلال پذیری KCl را در دماهای گوناگون نشان می‌دهد. اگر در 71°C محلول پتاسیم کلرید 21°C گرم پتاسیم کلرید حل شده باشد. این محلول در چه دمایی سیر شده است.

$\theta(^{\circ}\text{C})$	۰	۲۰	۶۰
$S\left(\frac{\text{g NaNO}_3}{100 \text{ g H}_2\text{O}}\right)$	۲۷	۳۳	۴۵

تست ✓

۴۲) انحلال پذیری سدیم نیترات در دمای 10°C برابر با 80 گرم است. اگر درصد جرمی محلول سیرشده‌ی این ماده در دمای 35°C برابر با 50% باشد، معادله‌ی انحلال‌پذیری سدیم نیترات برحسب دما کدام است؟

$S = 1/25\theta + 75$ (۴)
 $S = 0/8\theta + 72$ (۳)
 $S = 1/25\theta + 72$ (۲)
 $S = 0/5\theta + 75$ (۱)

تست ✓

۴۳) اگر انحلال‌پذیری سدیم نیترات در دماهای 10°C و 20°C به ترتیب برابر با 80 و 88 گرم باشد، در دمای 5°C چند گرم سدیم نیترات می‌توان در 50 گرم آب حل کرد تا محلول سیرشده‌ای از آن به دست آید؟

76 (۴)
 72 (۳)
 38 (۲)
 36 (۱)

تست ✓

۴۴) معادله انحلال‌پذیری لیتیم سولفات برحسب دما به صورت $S = -0/15\theta + 36$ است. غلظت یون لیتیم در محلول سیرشده‌ی این ماده در دمای 20°C برحسب ppm به تقریب کدام است؟ ($S = 32, O = 16, Li = 7 : \text{g.mol}^{-1}$)

42000 (۴)
 36000 (۳)
 31000 (۲)
 24000 (۱)

قطبیت مواد

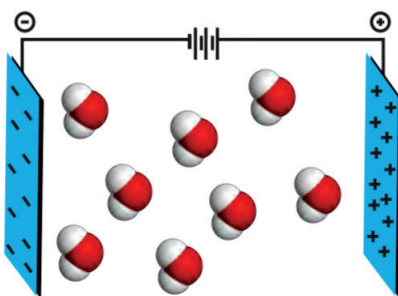
آب تنها ماده‌ای است که به هر سه حالت جامد، مایع و گاز در طبیعت یافت می‌شود. آب دارای ویژگی‌های شگفت‌انگیزی است که در زیر به چند مورد از آن‌ها اشاره می‌کنیم:

۱- توانایی حل کردن اغلب مواد در خود

۲- افزایش یافتن حجم در هنگام انجماد

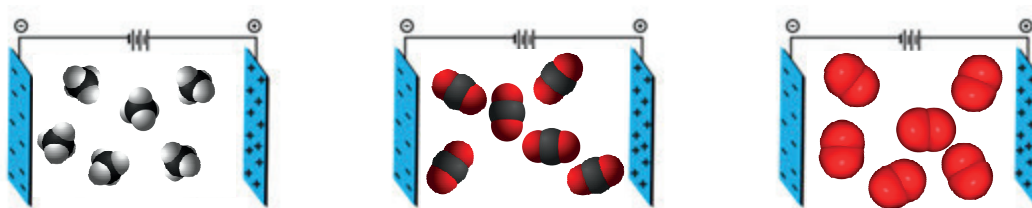
۳- شکل خمیده و V شکل

انواع اتم‌های سازنده و ساختار خمیده مولکولی آب، نقش تعیین کننده در خواص آن دارد. هنگامی که این مولکول‌ها در یک میدان الکتریکی قرار می‌گیرند، جهت‌گیری می‌کنند.

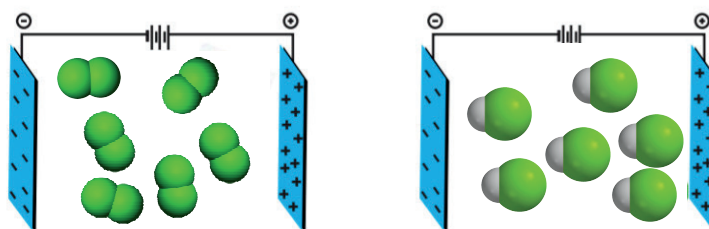


همانطور که در شکل می‌بینید اتم اکسیژن آب به سمت قطب مثبت و اتم‌های هیدروژن آن به سمت منفی جهت‌گیری کرده‌اند. این نشان می‌دهد که در مولکول آب، اتم اکسیژن سر منفی و اتم‌های هیدروژن، سر مثبت مولکول را تشکیل می‌دهند. شیمی‌دان‌ها به مولکول‌هایی مانند آب، مولکول‌های دو قطبی یا قطبی می‌گویند.

در شکل زیر مشخص است که مولکول‌های O_2 ، CO_2 ، CH_4 و F_2 ناقطبی و مولکول HCl قطبی است؛ زیرا در میدان مغناطیسی جهت‌گیری کرده است.

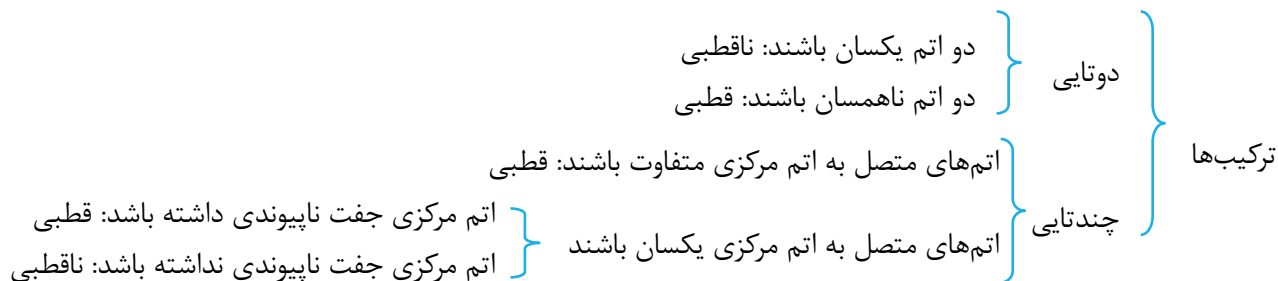


رفتار مولکول‌های O_2 ، CO_2 و CH_4 در میدان الکتریکی



رفتار مولکول‌های HCl و F_2

تعیین قطبی یا ناقطبی بودن مولکول



نکته برای تعیین وجود یا عدم وجود جفت الکترون روی اتم مرکزی از فرمول زیر استفاده می‌کنیم.

نکته تمامی هیدروکربن‌ها ناقطبی هستند.

تمرین

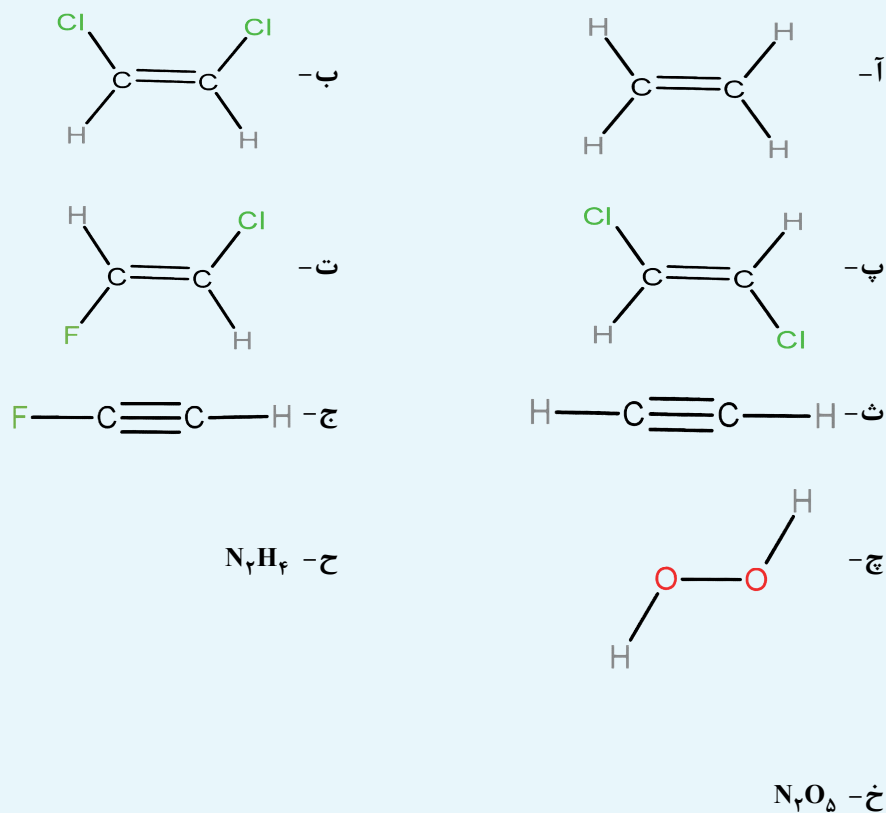
۴۵) قطبی یا ناقطبی بودن مولکول‌های زیر را تعیین کنید.

H_2O		SiCl_4		HCN	
SF_6		O_3		NH_3	
C_2H_4		N_2O		SCl_2	
SO_3		PCl_3		SO_2	
CH_2F_2					

نکته اگر مولکول‌های دوهسته‌ای به شما داده شد و قرار باشد که شما قطبی یا ناقطبی بودن مولکول را تعیین کنید، باید به روش زیر عمل کنیم:

- ۱ فرض کنید پیوندها طناب هستند و اتم‌های متصل به اتم مرکزی هم افرادی هستند که طناب‌ها را می‌کشند!
- ۲ زور هر فرد را به اندازه‌ی الکترون‌کشندگی (الکترونگاتیوی) آن اتم در نظر بگیرید.
- ۳ حالا طناب‌کشی را شروع کنید، اگر مولکول حرکت کرد، قطبی است و اگر حرکت نکرد، ناقطبی است.

۴۶ قطبی یا ناقطبی بودن مولکول‌های زیر را تعیین کنید.



نیروهای بین مولکولی

گشتاور دوقطبی (D)	نقطه‌ی جوش (°C)	حالت فیزیکی (۲۵°C)	جرم مولی (g.mol ⁻¹)	قطبیت مولکول	مدل فضا پرکن	فرمول شیمیایی	ماده
۱/۸۵	۱۰۰	مایع	۱۸	قطبی		H ₂ O	آب
۰/۹۷	-۶۰	گاز	۳۴	قطبی		H ₂ S	هیدروژن سولفید

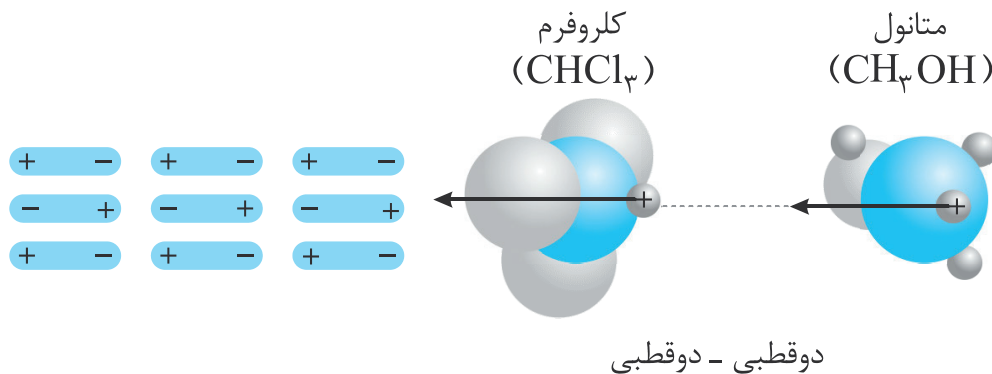
۱) نیروهای دوقطبی - دوقطبی؛ ۲) نیروهای هیدروژنی؛ ۳) نیروهای لوندون (دوقطبی لحظه‌ای - دوقطبی لحظه‌ای) به جز پیوندهای هیدروژنی به مابقی نیروهای بین مولکولی (واندروالسی) می‌گویند و لفظ پیوند برای آن‌ها اشتباه است.

قطبی = دوقطبی

ناقطبی = دوقطبی لحظه‌ای = دو قطبی القایی

۱- نیروهای «دوقطبی - دوقطبی»

این نیرو بین دو مولکول قطبی به وجود می‌آید، قدرت نیروهای «دوقطبی - دوقطبی» با افزایش جرم و حجم افزایش می‌یابد.



نقطه‌ی ذوب و جوش یک ترکیب مولکولی فقط به قدرت پیوندهای بین مولکولی آن وابسته است. یعنی هرچه قدرت نیروهای بین مولکولی در یک ترکیب قوی‌تر باشد، نقطه‌ی ذوب و جوش آن ترکیب بیشتر خواهد بود.

تمرین

۴۷) قدرت نیروهای بین مولکولی و نیروهای درون مولکولی در HCl ، HBr و HI را بررسی کنید.

: نیروی بین مولکولی

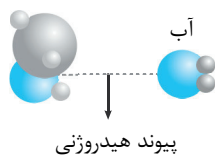
: نیروی درون مولکولی

۲- نیروهای هیدروژنی

پیوند هیدروژنی پیوندی است که بین یک هیدروژن متصل به F ، O و N و یک جفت‌الکترون ناپیوندی متعلق به عناصر F ، O و N برقرار می‌شود.



متانول



پیوند هیدروژنی که خود نوعی پیوند «دوقطبی - دوقطبی» می‌باشد، از پیوند «دوقطبی - دوقطبی» معمولی قوی‌تر است. ترکیبات معروفی که دارای پیوند هیدروژنی هستند، عبارتند از: HF ، H_2O ، NH_3 ، الکل‌ها، شکر و ...

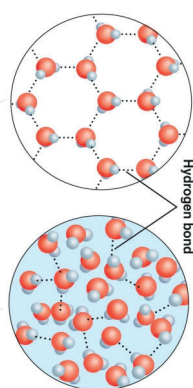
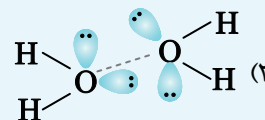
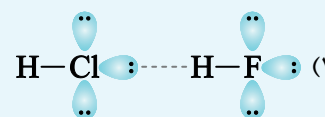
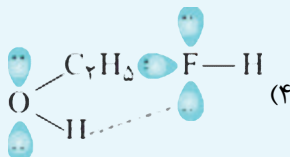
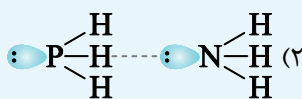
هرچه اختلاف الکترونگاتیوی بیشتر باشد، قدرت آن پیوند هیدروژنی بیشتر است:

: قدرت پیوند هیدروژنی

: نقطه‌ی ذوب و جوش

ولی نقطه‌ی ذوب و جوش به صورت زیر است:

۴۸ پیوند نشان داده شده در کدام گزینه هیدروژنی است؟

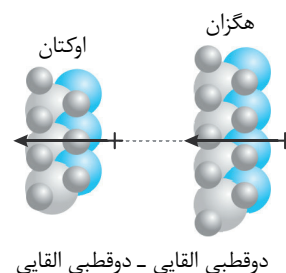
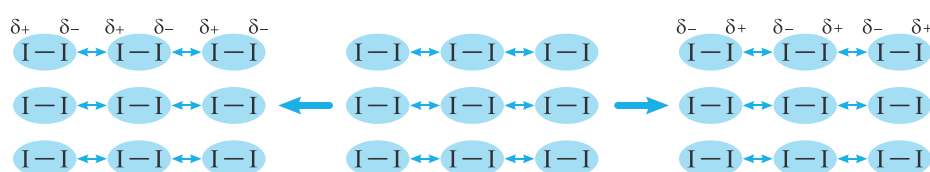


در ساختار یخ آرایش مولکول‌های آب به گونه‌ای است که در آن، اتم‌های اکسیژن در راس حلقه‌های شش ضلعی قرار دارند و شبکه‌ای مانند شانه عسل را به وجود می‌آورند. این شبکه با داشتن فضاهای خالی منظم در سه بعد فضا گسترش یافته است.



۳- نیروهای «دوقطبی القایی - دوقطبی القایی» یا جاذبه‌ی نشری لوندون

این نیرو بین مولکول‌های ناقطبی بررسی می‌شود. البته این نیرو بین گازهای نجیب هم وجود دارد. اگر طی یک اتفاق (مانند حرکت مولکول‌ها، برخورد بین آن‌ها و ...) یکی از مولکول‌ها به صورت لحظه‌ای قطبی شود و دو سر جزئی منفی و مثبت پیدا کند، این مولکول به نوبه‌ی خود به روش القا مولکول پهلویی خود را قطبی می‌کند و این اتفاق تا قطبی شدن جزئی همه‌ی مولکول‌ها ادامه می‌یابد. با افزایش حجم، نیروی لوندون افزایش می‌یابد.





تمرین

۴۹ نیروهای بین مولکولی و درون مولکولی را در سه مولکول Cl_2 ، Br_2 و I_2 بررسی کنید.

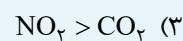
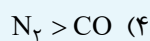
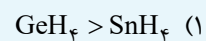
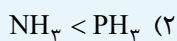
: نیروی بین مولکولی

: نیروی درون مولکولی

: مقایسه قدرت نیروهای بین مولکولی

تست

۵۰ در کدام گزینه، قدرت نیروهای بین مولکولی درست مقایسه شده است؟



نحوه تعیین نقطه جوش:

۱- یونی یا مولکولی:

۲- (هر دو مولکولی) بررسی حالت فیزیکی:

۳- (هر دو مولکولی با حالت فیزیکی یکسان) بررسی نوع پیوند بین مولکولی:

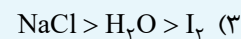
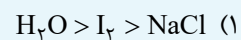
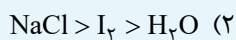
۴- هر دو مولکولی با حالت فیزیکی یکسان و پیوند بین مولکولی یکسان:

هر دو هیدروژنی:

هر دو دوقطبی یا هر دو ناقطبی:

تست

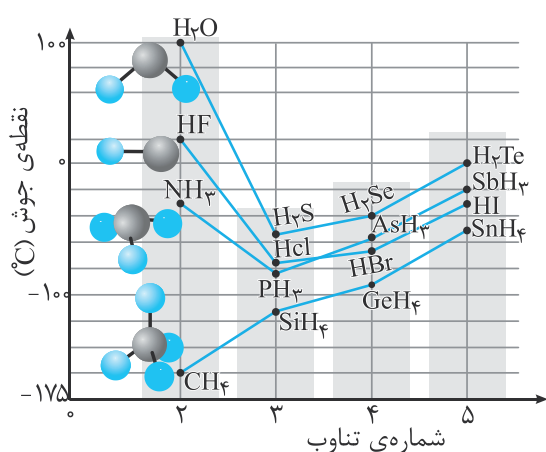
۵۱ ترتیب نقطه جوش در کدام گزینه به درستی آمده است؟



۵۲) کدام ترتیب درباره نقطه ذوب مواد داده شده درست است؟

- (۱) $\text{NaCl} > \text{NH}_3 > \text{Br}_2$
 (۲) $\text{NH}_3 > \text{Cl}_2 > \text{N}_2$
 (۳) $\text{BaCl}_2 > \text{NH}_3 > \text{HF}$
 (۴) $\text{NaBr} > \text{CCl}_4 > \text{H}_2\text{O}$

بررسی نمودار نقطه جوش ترکیب‌های هیدروژن‌دار گروه‌های ۱۴، ۱۵، ۱۶ و ۱۷



HF HCl HBr HI

۱- بررسی نقطه‌ی جوش ترکیب‌های هیدروژن‌دار گروه ۱۷:

H_2O H_2S H_2Se H_2Te

۲- بررسی نقطه‌ی جوش ترکیب‌های هیدروژن‌دار گروه ۱۶:

PH_3 AsH_3 SbH_3

۳- بررسی نقطه‌ی جوش ترکیب‌های هیدروژن‌دار گروه ۱۵:

CH_4 SiH_4 GeH_4 SnH_4

۴- بررسی نقطه‌ی جوش ترکیب‌های هیدروژن‌دار گروه ۱۴:

انواع حلال

نام حلال	فرمول شیمیایی	$\mu(D)$	کاربرد
اتانول	C_2H_5O	> 0	حلال در تهیه مواد دارویی، آرایشی و بهداشتی
استون	C_3H_6O	> 0	حلال چربی، رنگ‌ها و انواع لاک‌ها
هگزان	C_6H_{14}	≈ 0	حلال مواد ناقطبی و رقیق کننده رنگ (تینر)
آب	H_2O	> 0	فراوانترین و رایج ترین حلال طبیعت

کدام مواد با یکدیگر محلول را می‌سازند:

مواد قطبی در حلال‌های قطبی و مواد ناقطبی در حلال‌های ناقطبی حل می‌شوند در واقع می‌توان گفت که شبیه، شبیه را حل می‌کند.

آزمایش‌ها نشان می‌دهد که فرایند انحلال هنگامی منجر به تشکیل محلول می‌شود که:

میانگین جاذبه‌ها در حلال خالص و حل شونده $>$ جاذبه‌های حل شونده با حلال در محلول

انواع انحلال

۱- انحلال مولکولی: پس از انحلال شکل مولکول‌های حل شونده عوض نمی‌شود.

استون در آب: گشتاور دو قطبی هر دو بزرگ‌تر از صفر است \leftarrow هر دو قطبی هستند \leftarrow حل می‌شوند.

ید در هگزان: گشتاور دو قطبی هر دو تقریباً برابر صفر است \leftarrow هر دو ناقطبی هستند \leftarrow حل می‌شوند.

هگزان در آب: هگزان ناقطبی و آب قطبی است \leftarrow حل نمی‌شوند.

در مخلوط‌های ناهمگن به حالت مایع، اجزای مخلوط به میزان ناچیزی در یکدیگر حل می‌شوند، اما قابل چشم‌پوشی است مانند آب در هگزان.

۲- انحلال یونی: پس از انحلال ساختار توسط مولکول آب شکسته می‌شود.



- (۱) سدیم کلرید، یک ترکیب یونی با بلورهای مکعبی است که در آن‌ها یون‌های Na^+ و Cl^- با آرایشی منظم در سه بعد جای گرفته‌اند.
 - (۲) هنگامی که مولکول‌های قطبی آب از سرهای مخالف به یون‌های بیرونی بلور نزدیک می‌شوند، نیرویی میان آن‌ها برقرار می‌شود.
 - (۳) این جاذبه یون - دوقطبی نام دارد؛ زیرا یک طرف این جاذبه آب است که یک مولکول قطبی می‌باشد و طرف دیگر یکی از یون‌های نمک طعام قرار گرفته است.
 - (۴) این جاذبه باعث می‌شود یون‌های Na^+ و Cl^- از شبکه جدا شوند و با لایه ای از آب پوشیده شوند.
 - (۵) این یون‌های آب پوشیده در سرتاسر محلول پراکنده خواهند شد، به طوری که محلول آب نمک را می‌توان محلولی محتوی یون‌های $\text{Na}^+(\text{aq})$ و $\text{Cl}^-(\text{aq})$ دانست.
 - (۶) در شکل سمت راست می‌بینید که یون‌های Na^+ که کوچکتر هستند از سمت اکسیژن آب، آب پوشی شده‌اند؛ زیرا اکسیژن دارای اندکی بار منفی است و یون‌های Cl^- که بزرگتر هستند از سمت هیدروژن آب، آب پوشی شده‌اند؛ زیرا در مولکول‌های آب، هیدروژن دارای اندکی بار مثبت است.
- این انحلال به دلیل زیر انجام شده است:

میانگین قدرت پیوند یونی NaCl و پیوند هیدروژنی در آب

<

نیروهای جاذبه یون - دوقطبی در محلول NaCl

MgSO_4 در دمای 25°C در آب محلول است، پس:

میانگین قدرت پیوند یونی MgSO_4 و پیوند هیدروژنی در آب

<

نیروهای جاذبه یون - دوقطبی در محلول MgSO_4

می‌دانیم که BaSO_4 یک رسوب سفید رنگ و نامحلول در آب است، پس:

میانگین قدرت پیوند یونی BaSO_4 و پیوند هیدروژنی در آب

>

نیروهای جاذبه یون - دوقطبی در محلول BaSO_4

انحلال پذیری گازها

۱- اثر جنس گاز:

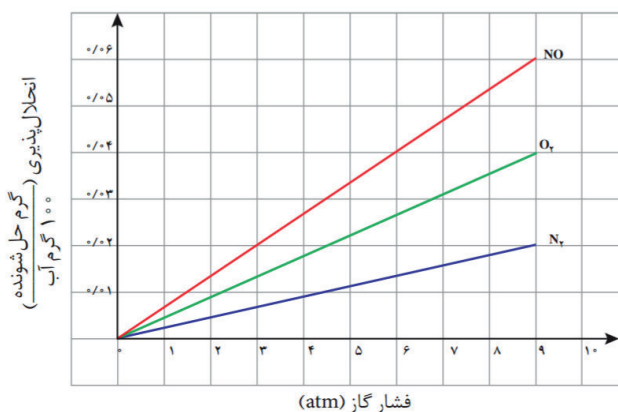
به طور کلی:

- گازهای قطبی بیشتر از ناقطبی در آب حل میشوند.
- گازهایی که با آب واکنش میدهند بیشتر در آب حل میشوند.
- در بین گازهای ناقطبی هرگازی که جرم بیشتری داشته باشد بیشتر در آب حل میشود.



۲- اثر فشار گاز:

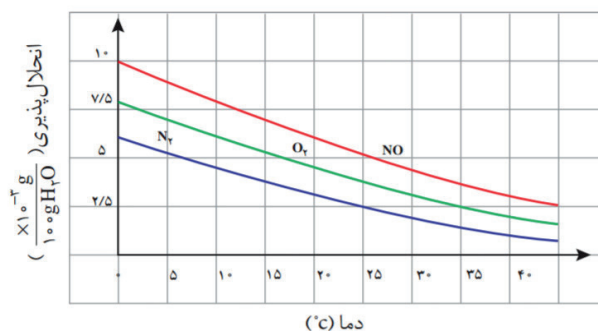
مطابق قانون هنری با افزایش فشار، انحلال پذیری گازها در آب افزایش می یابد.



- از بین گازهای مطرح شده، فشار بیشترین تاثیر را روی NO و کمترین تاثیر را روی N₂ دارد.
- هرچه انحلال پذیری یک گاز در آب با توجه به جنس آن بیشتر باشد، شیب نمودار انحلال پذیری بر حسب فشار آن بیشتر خواهد بود. به عبارت دیگر فشار تاثیر بیشتری روی آن خواهد داشت.
- فشار یک گاز با انحلال پذیری آن رابطه مستقیم و خطی دارد.

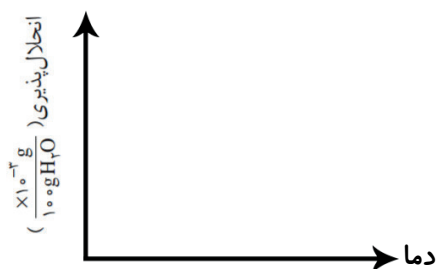
۳- اثر دما:

با توجه به اینکه انحلال پذیری گازها در آب گرماده است با افزایش دما انحلال پذیری گازها کاهش میابد.



۴- اثر نمک حل شده :

با حل کردن یک ترکیب یونی در آب حاوی حل شونده گازی میزان انحلال پذیری گاز در آب کاهش خواهد یافت، زیرا جاذبه یون-دوقطبی ایجاد شده بین یونهای نمک و مولکولهای آب قوی تر از جاذبه بین آب و یک گاز است



✓ تست

۵۳ انحلال پذیری گاز اکسیژن در شرایط STP برابر ۰/۰۰۸ گرم است. کدام یک از گزینه های زیر تعداد مولهای حل شده گاز اکسیژن در یک تن آب در فشار ۳ اتمسفر را نشان میدهد؟ ($O = 16: g.mol^{-1}$)

۳(۱)	۷/۵(۲)	۴(۳)	۹/۵(۴)
------	--------	------	--------

✓ تست

۵۴ چه تعداد از عبارتهای زیر نادرست است؟

آ- با افزایش دمای آب حجم گاز CO_2 آزاد شده توسط قرص جوشان افزایش میابد.

ب- در هوای گرم با کاهش O_2 موجود در آب، ماهی ها به سطح آب می آیند.

پ- اگر فشار دو گاز CO_2 و NO را دو برابر کنیم انحلال پذیری آنها به یک اندازه افزایش میابد.

۳(۱)	۲(۲)	۱(۳)	۰(۴)
------	------	------	------

رسانایی الکتریکی محلول ها

انواع مواد رسانا:

- ۱- رسانای الکترونی: رسانایی آنها به وسیله الکترون ها انجام می شود، مانند فلزها و گرافیت.
- ۲- رسانای یونی: رسانایی آنها به وسیله یون ها انجام می شود، مانند محلول آبی سدیم کلرید.

رسانایی یونی هنگامی انجام می‌شود که یون‌ها بتوانند از نقطه‌ای به نقطه دیگر جابه‌جا شوند؛ زیرا در این شرایط بارهای الکتریکی نیز جابه‌جا می‌شوند.

الکترولیت: به موادی مانند NaCl(s) که در آب ایجاد یون می‌کنند، الکترولیت و به NaCl(aq) محلول الکترولیت می‌گویند. همه محلول‌های یونی رسانایی یکسانی ندارند؛ زیرا مقدار یونی که در آب تولید می‌کنند با هم فرق دارد.



HF(aq) 0.1 mol.L^{-1} (25°C)	KOH(aq) 0.1 mol.L^{-1} (25°C)	$\text{C}_4\text{H}_9\text{OH(aq)}$ 0.1 mol.L^{-1} (25°C)
---	--	---

تست ✓

۵۵) رسانایی کدام محلول بیش‌تر است؟

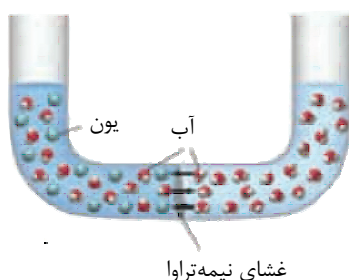
HBr ۳٪ مولار	HCl ۱٪ مولار
KOH ۲٪ مولار	۶٪ مولار شکر

اسمز و شیرین کردن آب

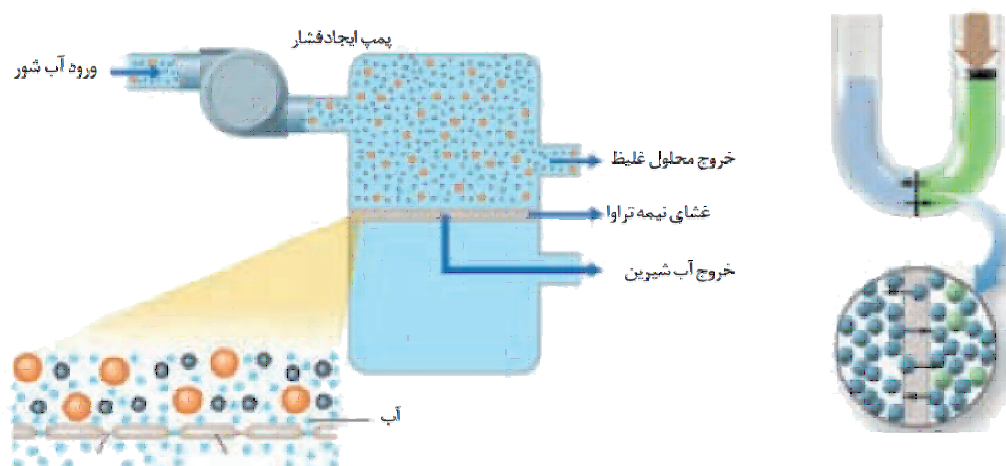
هنگامی که میوه‌های خشک مانند مویز درون آب قرار می‌گیرند، مولکول‌های آب به صورت خود به خود از محیط رقیق با گذر از روزنه‌های دیواره سلولی به محیط غلیظ می‌روند. در نتیجه میوه آبدار و متورم می‌شود. گذرندگی (اسمز) نامی است که به این فرایند داده‌اند. در این فرایند برخی نمک‌ها، ویتامین‌ها و ... از بافت میوه به آب راه پیدا می‌کنند.

غشای نیمه تراوا: به غشایی که روزنه‌های آن فقط اجازه گذر به برخی از ذره‌ها و مولکول‌های کوچک مانند آب و یون‌ها را می‌دهند و از گذر مولکول‌های درشت‌تر جلوگیری می‌کند، نیمه تراوا می‌گویند. فرض کنید در شکل زیر، غشا اجازه عبور یون‌ها Na^+ و Cl^- را ندهد، با گذشت زمان آب به سمت محلول آب نمک می‌رود و مقدار محلول در سمت چپ افزایش می‌یابد.

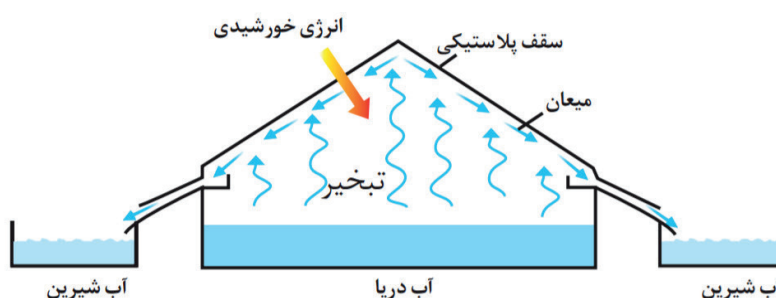
قطعا با این روش نمی‌توان آب دریا را نمک‌زدایی کرد و آب شیرین به دست آورد.



اگر در همین شکل از سمت آب نمک با پیستون فشار وارد کنیم چون فقط آب می‌تواند از غشا عبور کند، آب از سمت محلول آب نمک به سمت آب خالص می‌رود. به این فرایند، اسمز وارونه یا معکوس می‌گویند که با این روش می‌توان آب دریا را شیرین کرد.



یکی دیگر از روش‌های شیرین کردن آب دریا، تقطیر آب دریا است. در این روش ابتدا آب تبخیر و سپس میعان می‌شود و آب شیرین به دست می‌آید.



در شکل زیر سه روش شیرین کردن آب دریاها به نام‌های تقطیر، اسمز معکوس و عبور از صافی کربن نشان داده شده است.

