مرورنامه آزمون آزمایشی خیلی سبز

سال تحصیلی ۰۴-۱۴۰۳

رشته ریاضی

پایهٔ دوازدهم | مرحله سوم

نام درس	مباحث	از صفحه	تا صفحه	مؤلف	ویراستار
شیمی	شیمی دهم: فصل ۱(از ابتدای آرایش الکترونی اتم) و فصل ۲ (تا ابتدای چه بر سر هواکره می‌آوریم؟) صفحهٔ ۳۰ تا ۶۵ شیمی یازدهم: فصل ۱ (از ابتدای نفت هدیه‌ای شگفت‌انگیز و فصل ۲ (تا ابتدای آنتالپی همان محتوای انرژی است.) صفحهٔ ۲۹ تا ۶۵ شیمی دوازدهم: فصل ۱ (تا ابتدای اسیدها و بازها) صفحهٔ ۱ تا ۱۳	۲	۳۴	عباس سرمایه معصومه سعیدی سروش عبادی	بنیامین یعقوبی

ویژه کنکوری‌های ۱۴۰۴

شروع دوازدهم از مهر

AzmonVIP

شیمی دهم

– آرایش الکترونی اتم –

برای نوشتن آرایش الکترونی باید زیرلایه‌ها را به ترتیب و مطابق قاعدهٔ آفبا پر کنیم تا جایی که مجموع توان زیرلایه‌ها برابر با تعداد الکترون‌های اتم مورد نظر شود.

مثال: $_{8}O: 1s^2 / 2s^2 2p^4$

توجه هنگام نوشتن آرایش الکترونی، زیرلایه‌ای که ضریب کم‌تری دارد، زودتر نوشته می‌شود.

مثال: $_{25}Mn: 1s^2 / 2s^2 2p^6 / 3s^2 3p^6 \underbrace{3d^5 4s^2}$

(با این‌که طبق قاعدهٔ آفبا 4s زودتر از 3d الکترون می‌گیرد، ولی برای نوشتن آرایش الکترونی، 3d قبل از 4s نوشته می‌شود.)

به آرایش الکترونی که در آن فقط از نماد زیرلایه‌ها استفاده می‌شود، **آرایش الکترونی گسترده** می‌گویند. اگر در آرایش الکترونی اتم‌ها به جای بخشی از آرایش الکترونی که همانند آرایش الکترونی یک گاز نجیب است، از عبارت [نماد شیمیایی گاز نجیب] استفاده کنیم، **آرایش الکترونی فشرده** به دست می‌آید.

– گازهای نجیب و عدد اتمی آن‌ها –

$_{2}He$ ، $_{10}Ne$ ، $_{18}Ar$ ، $_{36}Kr$ ، $_{54}Xe$ ، $_{86}Rn$

مثال $_{20}Ca$ آرایش الکترونی گستردهٔ: $1s^2 / 2s^2 2p^6 / 3s^2 3p^6 \underbrace{/ 4s^2}_{\downarrow [_{18}Ar]4s^2}$

$_{20}Ca$ آرایش الکترونی فشردهٔ:

قاعدهٔ آفبا آرایش الکترونی اغلب عنصرها را پیش‌بینی می‌کند، اما **داده‌های طیف‌سنجی نشان می‌دهد که آرایش الکترونی برخی از اتم‌ها از قاعدهٔ آفبا پیروی نمی‌کند**، به طور مثال هر یک از اتم‌های کروم ($_{24}Cr$) و مس ($_{29}Cu$) در بیرونی‌ترین زیرلایهٔ خود تنها یک الکترون دارند. در این اتم‌ها یک الکترون از زیرلایهٔ 4s برداشته شده و به زیرلایهٔ 3d اضافه شده است.

$_{29}Cu \Rightarrow$ آرایش الکترونی مورد انتظار: $[_{18}Ar]\,3d^9 4s^2$ ؛ آرایش الکترونی واقعی: $[_{18}Ar]\,3d^{10} 4s^1$

$_{24}Cr \Rightarrow$ آرایش الکترونی مورد انتظار: $[_{18}Ar]\,3d^4 4s^2$ ؛ آرایش الکترونی واقعی: $[_{18}Ar]\,3d^5 4s^1$

یا مواردی مانند:

$_{42}Mo: [_{36}Kr]\,4d^5 5s^1$

$_{47}Ag: [_{36}Kr]\,4d^{10} 5s^1$

– الکترون‌های ظرفیت –

لایهٔ ظرفیت یک اتم، لایه‌ای است که الکترون‌های آن، **رفتار شیمیایی اتم** را تعیین می‌کنند. به الکترون‌های این لایه **الکترون‌های ظرفیت** اتم می‌گویند.

۱) **اگر آخرین الکترون به زیرلایهٔ s یا p وارد شود**، آخرین لایهٔ الکترونی (زیرلایه‌ها با بزرگ‌ترین ضریب) لایهٔ ظرفیت است.

$_{12}Mg: [_{10}Ne]\underbrace{3s^2}_{\text{لایهٔ ظرفیت دارای ۲ الکترون}}$ و $_{35}Br: [_{18}Ar]\,3d^{10}\underbrace{4s^2 4p^5}_{\text{لایهٔ ظرفیت دارای ۷ الکترون}}$

۲) **اگر آخرین الکترون به زیرلایهٔ d وارد شود**، الکترون‌های ظرفیت شامل الکترون‌های زیرلایه‌های ns و $(n-1)d$ است.

$_{28}Ni: [_{18}Ar]\underbrace{3d^8 4s^2}_{\text{ظرفیت ۱۰ الکترون}}$

نکته

تعداد الکترون‌های ظرفیت عناصری که در **یک گروه** قرار دارند، با هم برابر است. در گروه ۱ و ۲ و گروه‌های ۱۳ تا ۱۸ (به‌جز هلیم) تعداد الکترون‌های ظرفیت برابر با عدد یکان شمارهٔ گروه آن‌ها است.

AzmonVIP

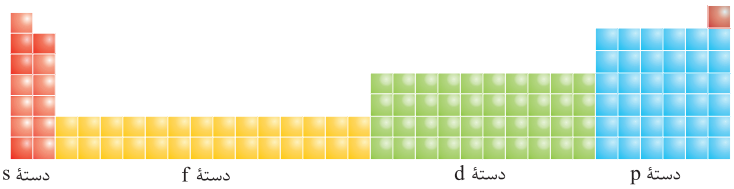
– دسته‌بندی عناصر براساس آخرین زیرلایهٔ در حال پرشدن –

۱ **عنصرهای دستهٔ s**: عنصرهایی که زیرلایهٔ s آن‌ها در حال پرشدن است.

۲ **عنصرهای دستهٔ p**: عنصرهایی که زیرلایهٔ p آن‌ها در حال پرشدن است.

۳ **عنصرهای دستهٔ d**: عنصرهایی که زیرلایهٔ d آن‌ها در حال پرشدن است.

۴ **عنصرهای دستهٔ f**: عنصرهایی که زیرلایهٔ f آن‌ها در حال پرشدن است.



– تعیین موقعیت عناصر(دوره و گروه) در جدول تناوبی –

برای تعیین شمارهٔ دوره و گروه یک عنصر در جدول تناوبی به کمک آرایش الکترونی آن به صورت زیر عمل می‌کنیم:

بزرگ‌ترین ضریب در آرایش الکترونی: **شمارهٔ دورهٔ هر عنصر (همهٔ دسته‌ها)**

تعداد الکترون‌های ظرفیت: **شمارهٔ گروه عنصرهای دستهٔ s (به‌جز هلیم)**

تعداد الکترون‌های ظرفیت: **شمارهٔ گروه عنصرهای دستهٔ p** توان p + ۱۰ = تعداد الکترون‌های ظرفیت + ۱۲

تعداد الکترون‌های ظرفیت: **شمارهٔ گروه عنصرهای دستهٔ d**

دستهٔ عناصر	شمار عناصر	موقعیت در جدول تناوبی
s	۱۴	گروه ۱ و ۲ و هلیم از گروه ۱۸
p	۳۶	همهٔ عناصر گروه ۱۳ تا ۱۸ به‌جز هلیم
d	۴۰	گروه ۳ تا ۱۲
f	۲۸	دو ردیف پایین جدول (اعداد اتمی ۵۷ تا ۷۰ در ردیف اول و ۸۹ تا ۱۰۲ در ردیف دوم)

مثال

$_{19}A:[_{18}Ar]\,4s^1 \Rightarrow$ دورهٔ چهارم، گروه ۱، دستهٔ s

$_{22}B:[_{18}Ar]\,3d^2 4s^2 \Rightarrow$ دورهٔ چهارم، گروه ۴، دستهٔ d

$_{33}C:[_{18}Ar]\,3d^{10} 4s^2 4p^3 \Rightarrow$ دورهٔ چهارم، گروه ۱۵ ($3+12$)، دستهٔ p (توان p)

– تعیین شمارهٔ دوره و گروه عنصرها بدون نوشتن آرایش الکترونی –

آ) تعیین شمارهٔ دوره: گازهای نجیب با عددهای اتمی ۲، ۱۰، ۱۸، ۳۶، ۵۴، ۸۶ و ۱۱۸ به ترتیب در انتهای دوره‌های اول تا هفتم قرار دارند؛ بنابراین برای تعیین شمارهٔ دورهٔ یک عنصر کافی است عدد اتمی عنصر مورد نظر را بین عدد اتمی دو گاز نجیب قبلی و بعدی آن قرار دهیم. شمارهٔ دورهٔ عنصر با شمارهٔ دورهٔ گاز نجیب بعدی یکسان است.

ب) تعیین شمارهٔ گروه: برای تعیین شمارهٔ گروه، سه حالت پیش می‌آید:

۱ اگر عدد اتمی عنصر مورد نظر یک یا دو واحد **بیشتر** از عدد اتمی یکی از گازهای نجیب باشد، در این حالت شمارهٔ گروه برابر با تفاوت عدد اتمی عنصر با گاز نجیب دورهٔ قبل است (شمارهٔ گروه برابر ۱ یا ۲ می‌باشد).

AzmonVIP

مثال عنصری با عدد اتمی ۱۹ متعلق به گروه ۱ و عنصری با عدد اتمی ۵۶ متعلق به گروه ۲ است. $_{19}X: 19 - \underbrace{18}_{\text{آرگون}} = 1$ و $_{56}X: 56 - \underbrace{54}_{\text{زنون}} = 2$

۲ عنصرهایی که در دو ردیف در پایین جدول قرار دارند (عناصری با عدد اتمی ۵۷ تا ۷۰ و ۸۹ تا ۱۰۲) همگی به گروه ۳ تعلق دارند.

۳ برای بقیهٔ عنصرها که عدد اتمی آن‌ها بیش از دو واحد از عدد اتمی گاز نجیب قبل از خود بیشتر است. باید اختلاف عدد اتمی عنصر و گاز نجیب **هم‌دوره‌اش** را از عدد ۱۸ کم کنیم تا شمارهٔ گروه به دست آید.

(عدد اتمی اتم مورد نظر − عدد اتمی گاز نجیب بعد از اتم مورد نظر) − ۱۸ = شمارهٔ گروه

مثال $_{23}A \xrightarrow{23-18=5>2}$ شمارهٔ گروه $= 18 - (\underbrace{36}_{\text{گاز نجیب هم‌دوره}} - 23) = 5$

– ساختار اتم و رفتار آن –

عنصرهای گروه ۱۸ جدول دوره‌ای (گازهای نجیب) در طبیعت به شکل **تک‌اتمی** یافت می‌شوند و این واقعیت بیانگر این است که این گازها **واکنش‌ناپذیر** بوده و یا واکنش‌پذیری بسیار کمی دارند. این پایداری گازهای نجیب را، به آرایش الکترونی لایهٔ ظرفیت آن‌ها نسبت می‌دهند. در لایهٔ ظرفیت این اتم‌ها، **هشت الکترون** وجود دارد (به‌جز هلیم که در تنها لایهٔ الکترونی خود، دو الکترون دارد)، پس می‌توان نتیجه گرفت که اگر لایهٔ ظرفیت اتمی هشت‌تایی **نباشد**. آن اتم **واکنش‌پذیر** است.

رفتار شیمیایی هر اتم به تعداد **الکترون‌های ظرفیت** آن بستگی دارد؛ به طوری که می‌توان دستیابی به آرایش گاز نجیب (آرایش هشت‌تایی) را مبنای رفتار اتم‌ها دانست.

روش‌های رسیدن به آرایش هشت‌تایی در اتم‌ها
۱) مبادله یا انتقال الکترون
۲) به اشتراک گذاشتن الکترون

– آرایش الکترون ـ نقطه‌ای –

در آرایش الکترون ـ نقطه‌ای که توسط «**لوویس**» ارائه شد، **الکترون‌های ظرفیت** هر اتم، پیرامون نماد شیمیایی آن با نقطه نشان داده می‌شود. در هر جایگاه (سمت راست، چپ، بالا و پایین نماد) حداکثر دو الکترون قرار می‌گیرد. (X) برای تمام اتم‌ها به‌جز هلیم، ابتدا در هر جایگاه یک الکترون قرار می‌گیرد و از الکترون پنجم و پس از آن هر نقطه به صورت جفت‌نقطه درمی‌آید. $(\dot{C}\cdot, \cdot\dot{P}\cdot, \cdot\ddot{S}:)$

توجه آرایش الکترون ـ نقطه‌ای هلیم به صورت He: است نه ·He·

نکته

عناصری که در یک گروه قرار دارند، آرایش لایهٔ ظرفیت یکسان و در نتیجه ساختار الکترون ـ نقطه‌ای مشابهی دارند. به طور مثال همهٔ عناصر گروه ۱۷، دارای ۷ الکترون در لایهٔ ظرفیت خود هستند و آرایش الکترون ـ نقطه‌ای آن‌ها به صورت $\cdot\ddot{X}:$ است.

توجه در عناصر گروه ۱، ۲ و ۱۳ تا ۱۸، تعداد الکترون‌های ظرفیت با عدد یکان شمارهٔ گروه برابر است.

– یون‌ها و آرایش الکترونی آن‌ها –

گفتیم که یکی از روش‌های رسیدن اتم‌ها به آرایش هشت‌تایی، **مبادله یا انتقال الکترون** است. اتم‌ها می‌توانند با از دست دادن یا گرفتن یک یا چند الکترون به ذره‌های بارداری به نام **یون** تبدیل شوند. یون با بار مثبت را **کاتیون** و یون با بار منفی را **آنیون** می‌نامند. **فلزهای دستهٔ s و p**، عنصرهایی هستند که اتم آن‌ها با از دست دادن الکترون‌های ظرفیت خود اغلب به آرایش هشت‌تایی گاز نجیب قبل از خود (دورهٔ قبل) می‌رسند[۱]، در حالی که **نافلزها** عنصرهایی هستند که با گرفتن الکترون به آرایش پایدار گاز نجیب بعد از خود (هم‌دورهٔ خود) دست می‌یابند.

۱- اغلب عناصر فلزی دستهٔ d و f با از دست دادن الکترون و تشکیل یون مثبت به آرایش هشت‌تایی گاز نجیب نمی‌رسند.

AzmonVIP

با استفاده از شمارهٔ گروه عنصرها در جدول تناوبی (عنصرهای گروه ۱، ۲ و ۱۳ تا ۱۷) می‌توان بار یون مربوط به آن‌ها را تعیین کرد:

شمارهٔ گروه عنصر	۱	۲	۱۳	۱۴	۱۵	۱۶	۱۷
بار یون	+۱	+۲	+۳	یون تشکیل نمی‌دهند.[۱]	−۳	−۲	−۱

توجه فلزهای دستهٔ d (به‌جز فلز $_{۲۱}Sc$) با تشکیل کاتیون به آرایش الکترونی گازهای نجیب نمی‌رسند.

برای نوشتن آرایش الکترونی یون مثبت (کاتیون)، ابتدا آرایش الکترونی اتم مورد نظر را نوشته و سپس به تعداد بار از آخرین زیرلایه، الکترون حذف می‌کنیم.

$$_{۱۲}Mg: \underbrace{۱s^۲ / ۲s^۲ ۲p^۶}_{[_{۱۰}Ne]} / ۳s^۲ \xrightarrow{\text{تشکیل کاتیون}} {}_{۱۲}Mg^{۲+}: \underbrace{۱s^۲ / ۲s^۲ ۲p^۶}_{[_{۱۰}Ne]}$$

برای نوشتن آرایش الکترونی یون منفی (آنیون)، پس از نوشتن آرایش الکترونی اتم مورد نظر، به تعداد بار یون به آخرین زیرلایه، الکترون اضافه می‌شود.

مثال

$$_{۱۶}S: \underbrace{۱s^۲ / ۲s^۲ ۲p^۶}_{[_{۱۰}Ne]} / ۳s^۲ ۳p^۴ \Rightarrow {}_{۱۶}S^{۲-}: \underbrace{۱s^۲ / ۲s^۲ ۲p^۶ / ۳s^۲ ۳p^۶}_{[_{۱۸}Ar]}$$

ترکیب‌های یونی: ترکیب‌هایی که ذره‌های سازندهٔ آن‌ها **یون‌ها** هستند، **ترکیب‌های یونی** نامیده می‌شوند. این ترکیب‌ها معمولاً در اثر دادوستد الکترون بین اتم‌های فلزی و نافلزی و در نتیجه تشکیل یون‌های مثبت و منفی ایجاد می‌شوند. در یک ترکیب یونی میان یون‌های با بار ناهم‌نام، نیروی جاذبهٔ بسیار قوی برقرار می‌شود که از آن به **پیوند یونی** یاد می‌شود.

$$Ca \cdot + \cdot \ddot{O}: \xrightarrow{۲e^-} Ca^{۲+}[:\ddot{O}:]^{۲-}$$

فلز — نافلز — ترکیب یونی

ترکیب‌های یونی دوتایی: هر ترکیب یونی که تنها از **دو عنصر** ساخته شده، ترکیب یونی دوتایی نامیده می‌شود. این ترکیب‌ها می‌توانند از واکنش فلزها با نافلزها پدید آیند. مانند: $NaCl$، $MgCl_۲$.

هر ترکیب یونی از لحاظ بار الکتریکی **خنثی** است، زیرا مجموع بار الکتریکی کاتیون‌ها در آن‌ها با مجموع بار الکتریکی آنیون‌ها برابر است.

یون تک‌اتمی: یونی (کاتیون یا آنیونی) که تنها از یک اتم تشکیل شده است، مانند Na^+، $P^{۳-}$ و ... .

توجه یون‌هایی مانند $O_۲^{۲-}$، $NO_۳^-$ یون‌های چنداتمی هستند، زیرا از بیش از یک اتم تشکیل شده‌اند.

نام کاتیون‌هایی که تنها یک نوع بار الکتریکی دارند، همان نام عنصر است: Na^+: یون سدیم، $Al^{۳+}$: یون آلومینیم

برای نام‌گذاری آنیون‌های تک‌اتمی، به انتهای نام نافلز یا ریشهٔ آن، پسوند «ید» اضافه می‌کنیم: Cl^-: یون کلرید، $N^{۳-}$: یون نیترید

توجه نام آنیون مربوط به نافلز گوگرد، سولفید $(S^{۲-})$ است که از نام لاتین آن گرفته شده است.

– نام و نماد شیمیایی برخی کاتیون‌های تک‌اتمی که باید بدانید –

کاتیون‌های گروه (۱) ← یون لیتیم (Li^+)، یون سدیم (Na^+)، یون پتاسیم (K^+)، یون روبیدیم (Rb^+)، یون سزیم (Cs^+)

کاتیون‌های گروه (۲) ← یون منیزیم $(Mg^{۲+})$، یون کلسیم $(Ca^{۲+})$، یون استرانسیم $(Sr^{۲+})$، یون باریم $(Ba^{۲+})$

کاتیون گروه (۱۳) ← یون آلومینیم $(Al^{۳+})$

– نام و نماد شیمیایی برخی آنیون‌های تک‌اتمی –

آنیون‌های گروه (۱۷) ← یون فلوئورید (F^-)، یون کلرید (Cl^-)، یون برمید (Br^-)، یون یدید (I^-)

آنیون‌های گروه (۱۶) ← یون اکسید $(O^{۲-})$، یون سولفید $(S^{۲-})$

آنیون‌های گروه (۱۵) ← یون نیترید $(N^{۳-})$، یون فسفید $(P^{۳-})$

۱- به‌جز عناصر Sn و Pb در این گروه

AzmonVIP

مراحل فرمول نویسی ترکیبات یونی

۱ نماد شیمیایی کاتیون را در سمت چپ و نماد شیمیایی آنیون را در سمت راست می‌نویسیم.

۲ بار کاتیون را به عنوان زیروند آنیون و بار آنیون را به عنوان زیروند کاتیون قرار می‌دهیم.

۳ در صورت ساده‌شدن زیروندها، آن‌ها را با هم ساده می‌کنیم و از نوشتن زیروند (۱) خودداری می‌کنیم.

مثال

$Al^{+3} + O^{-2} \rightarrow Al_2O_3$ ، $Ca^{+2} + S^{-2} \rightarrow CaS$

نام‌گذاری ترکیب‌های یونی: برای نام‌گذاری ترکیب‌های یونی، ابتدا نام کاتیون و سپس نام آنیون نوشته می‌شود.

مثال

Na_3N ⟵ سدیم نیترید ، KI ⟵ پتاسیم یدید

نکات مهم

۱ در تشکیل ترکیب‌های یونی، میان اتم فلز و نافلز الکترون مبادله می‌شود. برای به دست آوردن تعداد الکترون‌های مبادله‌شده در هنگام تشکیل n مول ترکیب یونی می‌توان از روابط زیر استفاده نمود.

زیروند آنیون × اندازهٔ بار آنیون × $n \times N_A$ یا زیروند کاتیون × بار کاتیون × $n \times N_A$

۲ برای به دست آوردن نسبت شمار کاتیون‌ها به آنیون‌ها، می‌توان نسبت قدرمطلق بار آنیون به بار کاتیون را به دست آورد و بالعکس!

۳ دقت کنید که ترکیب یونی دوتایی از دو نوع اتم یا دو نوع عنصر تشکیل شده، ولی تعداد یون‌های سازنده می‌تواند بیشتر از دو هم باشد! مانند Na_2O ، Al_2S_3 و ...

مثال در ۱/۲۴ گرم سدیم اکسید، چند مول کاتیون وجود دارد و برای تشکیل این مقدار جامد یونی، چند الکترون بین اکسیژن و سدیم باید مبادله شود؟ $(Na = 23 , O = 16 : g.mol^{-1})$

۱) ۰/۰۲ ، $1/204 \times 10^{22}$ ۲) ۰/۰۴ ، $2/408 \times 10^{22}$ ۳) ۰/۰۴ ، $1/204 \times 10^{22}$ ۴) ۰/۰۲ ، $2/408 \times 10^{22}$

پاسخ گزینهٔ «۲» فرمول شیمیایی سدیم اکسید Na_2O است و در هر مول از آن، ۲ مول کاتیون وجود دارد:

$$1/24\ g\ Na_2O \times \frac{1\ mol\ Na_2O}{62\ g\ Na_2O} = 0/02\ mol\ Na_2O$$

$$0/02\ mol\ Na_2O \times \frac{2\ mol\ Na^+}{1\ mol\ Na_2O} = 0/04\ mol\ Na^+$$

در تشکیل هر مول Na_2O ، ۲ مول الکترون مبادله می‌شود:

قدرمطلق بار آنیون × تعداد آنیون = بار کاتیون × تعداد کاتیون = تعداد الکترون‌های مبادله‌شده

$Na_2O \Rightarrow 2 \times 1 = 2$

$$0/02\ mol\ Na_2O \times \frac{2\ mol\ e^-}{1\ mol\ Na_2O} \times \frac{6/02 \times 10^{23}\ e^-}{1\ mol\ e^-} = 2/408 \times 10^{22}\ e^-$$

تبدیل اتم‌ها به مولکول‌ها

یکی دیگر از روش‌های رسیدن اتم‌ها به آرایش پایدار گاز نجیب (آرایش هشت‌تایی)، اشتراک الکترون بین اتم‌هاست.

معمولاً وقتی که اتم‌های دو نافلز در کنار یکدیگر قرار می‌گیرند، اشتراک الکترونی بین آن‌ها رخ می‌دهد. به پیوندی که از طریق به اشتراک گذاشتن الکترون بین دو اتم تشکیل می‌شود، **پیوند کووالانسی (اشتراکی)** می‌گویند.

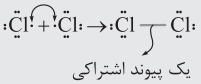
با ایجاد پیوند اشتراکی بین اتم‌ها، واحدهایی دو یا چند اتمی به وجود می‌آید که **مولکول** نامیده می‌شود. مواد شیمیایی خالصی که در ساختار خود مولکول دارند، **مواد مولکولی** نامیده می‌شوند.

AzmonVIP

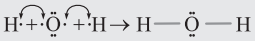
برای نشان‌دادن نحوهٔ اتصال اتم‌ها به یکدیگر در یک مولکول از آرایش الکترون ـ نقطه‌ای (ساختار لوویس) استفاده می‌شود.

در ساختار لوویس، هر جفت‌الکترون اشتراکی که جفت‌الکترون پیوندی هم نامیده می‌شود، به صورت دو نقطه یا یک خط تیره بین اتم‌ها نشان داده می‌شود.

مثال گاز کلر که خاصیت **رنگ‌بری** و **گندزدایی** دارد از مولکول‌های دو اتمی (Cl_2) تشکیل شده است.



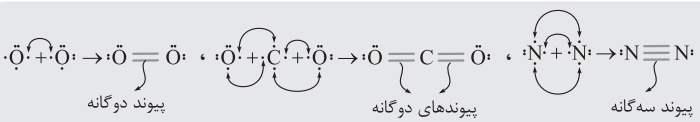
اتم‌های غیریکسان نیز می‌توانند الکترون‌های لایهٔ ظرفیت خود را با یکدیگر به اشتراک بگذارند.



توجه اتم هیدروژن دارای یک الکترون است و پس از تشکیل پیوند اشتراکی، دارای دو الکترون در لایهٔ ظرفیت خود می‌شود و به آرایش دوتایی گاز نجیب هلیم ($_2He$) می‌رسد. (اتم هیدروژن همیشه یک پیوند تشکیل می‌دهد.)

- برخی اتم‌ها با تعداد پیوندهای کووالانسی بیشتری به یکدیگر متصل می‌شوند تا هشت‌تایی شوند.

مثال

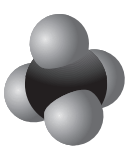
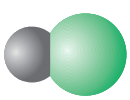


- هفت عنصر موجود در جدول تناوبی در دما و فشار اتاق به شکل مولکول‌های دواتمی وجود دارند. H_2 ، N_2 ، O_2 ، F_2 ، Cl_2 ، Br_2 ، I_2

نمایش فرمول‌های شیمیایی

به فرمول شیمیایی مواد مولکولی که افزون بر **نوع عنصرهای** سازنده، **شمار دقیق اتم‌های** هر عنصر را در آن نشان می‌دهد، **فرمول مولکولی** می‌گویند.

برای نمایش مولکول‌ها می‌توان از **مدل فضاپرکن** نیز استفاده کرد. مدل فضاپرکن شکل سه‌بعدی مولکول و اندازهٔ نسبی اتم‌ها را نشان می‌دهد، اما در این مدل، پیوندهای کووالانسی نشان داده نمی‌شوند.

مدل فضاپرکن			
فرمول مولکولی	CH_4	NH_3	HCl
نام ماده	متان	آمونیاک	هیدروژن کلرید

AzmonVIP

فصل ۲ دهم: ردپای گازها در زندگی

نوع، رفتار و واکنش‌های اجزای سازندهٔ هواکره، در حیات موجودات زنده روی زمین تأثیرگذار است.

هواکره

۱ به لایهٔ گازی و فیروزه‌ای‌رنگ پیرامون زمین، اتمسفر زمین (هواکره) می‌گویند که **اغلب** هوا نامیده می‌شود.

۲ زمین **تنها** سیاره در **سامانهٔ خورشیدی** است که اتمسفری دارد که امکان زندگی روی آن را فراهم می‌کند. این اتمسفر مخلوطی از گازهای **گوناگون** است که تا فاصلهٔ ۵۰۰ کیلومتری از سطح زمین امتداد یافته است.

۳ اتمسفر را می‌توان به اقیانوسی از مولکول‌های گازی تشبیه کرد که ما در کف آن زندگی می‌کنیم. جاذبهٔ زمین گازهای تشکیل‌دهندهٔ هواکره را در اطراف خود نگه می‌دارد و جلوی خروج آن‌ها از اتمسفر را می‌گیرد و از سوی دیگر، انرژی گرمایی مولکول‌ها سبب می‌شود تا پیوسته آن‌ها در حال جنب‌وجوش باشند و در سرتاسر هواکره توزیع شوند.

۴ **اغلب** (نه همه!) گازها نامرئی (بی‌رنگ) هستند. در میان گازهای هواکره، واکنش‌های شیمیایی گوناگونی رخ می‌دهد که **اغلب** (نه همه!) آن‌ها برای ساکنان زمین سودمند هستند؛ اما **برخی** از این واکنش‌ها مفید نبوده و فراورده‌هایی که تولید می‌کنند برای ساکنان این سیارهٔ خاکی مضر هستند.

نکات تغییر دما و اجزاء سازندهٔ هواکره برحسب ارتفاع از سطح زمین

۱) هواکره را براساس روند تغییر دمای آن می‌توان به چهار لایه تقسیم نمود:

لایه	محدودهٔ ارتفاع (km)	محدودهٔ دما ($^\circ C$) (روند تغییر دما با افزایش ارتفاع)	گونه‌های شیمیایی موجود
تروپوسفر	۰ ـ ۱۱/۵	از ۱۴+ تا ۵۵− (کاهشی)	$H_2O, N_2, O_2, CO_2, O_3$
استراتوسفر	۱۱/۵ ـ ۵۰	از ۵۵− تا ۷+ (افزایشی)	N_2, O_2, CO_2, O_3
مزوسفر	۵۰ ـ ۸۰	از ۷+ تا ۸۷− (کاهشی)	N_2, O_2, CO_2, O_3
ترموسفر	۸۰ ـ ۵۰۰	از ۸۷− تا ۱۳۰۰+ (افزایشی)	$N_2, O_2, O_2^+, N_2^+, O, O^+, H^+, He^+$

۲) ارتباط دمای هواکره با ارتفاع آن:

در لایه‌های اول و سوم ← رابطهٔ معکوس بین دما و ارتفاع ← به طور کلی با افزایش ارتفاع، دما کاهش می‌یابد.

در لایهٔ دوم ← رابطهٔ مستقیم بین دما و ارتفاع ← به طور کلی با افزایش ارتفاع، دما افزایش می‌یابد.

AzmonVIP

– لایهٔ اول (تروپوسفر) –

۱) پایین‌ترین لایهٔ هواکره است که تا ارتفاع ۱۲ ـ ۱۰ کیلومتری از سطح زمین را شامل می‌شود.

۲) حدوداً ۷۵٪ از **جرم** (نه حجم!) کل هواکره در تروپوسفر متمرکز شده است و تغییرات آب‌وهوایی در این لایه اتفاق می‌افتد.

۳) در این لایه با افزایش ارتفاع به ازای هر کیلومتر، دما در حدود $6\ ^\circ C$ افت می‌کند و در انتهای این لایه (ارتفاع ۱۱/۵ کیلومتری)، دما به حدود $-55\ ^\circ C\ (218\ K)$ می‌رسد؛ دمای سطح زمین به طور میانگین، $14\ ^\circ C\ (287\ K)$ می‌باشد.

نکات مهم

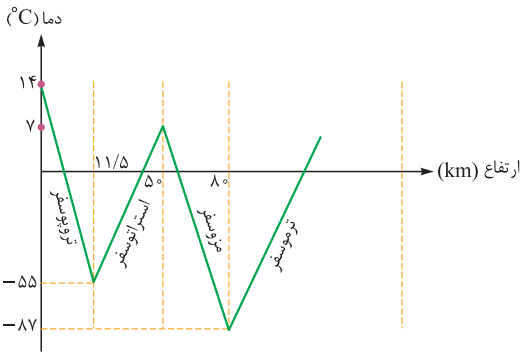
۱) بخار آب **تنها** در لایهٔ اول (تروپوسفر) وجود دارد و به همین دلیل تغییرات آب‌وهوایی و بسیاری از پدیده‌های جوّی که با رطوبت سروکار دارند، مانند ابر، باران، برف و ... در این لایه اتفاق می‌افتد.

۲) در لایهٔ چهارم علاوه بر N_2 و O_2، اتم اکسیژن (O) و کاتیون نیز موجود است؛ **اما یون بار منفی یا آنیون وجود ندارد!**

۳) علت وجود کاتیون‌ها و اتم‌های آزاد در لایهٔ چهارم، برخورد پرتوهای پرانرژی کیهانی مانند نور فرابنفش خورشید به اتم‌ها و مولکول‌ها در این لایه است.

۴) هر چند لایهٔ اوزون مربوط به لایهٔ دوم (استراتوسفر) است، اما باید بدانید که گاز اوزون در لایهٔ تروپوسفر نیز وجود دارد.

نمودار کلی تغییرات دما (برحسب $^\circ C$) برحسب ارتفاع در بین لایه‌های هواکره را می‌توان به صورت زیر نشان داد:



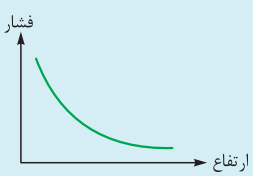
– فشار هوا در لایه‌های هواکره –

توجه هواکره به دلیل داشتن گازهای گوناگون، فشار دارد. این فشار در همهٔ (نه اغلب!) جهت‌ها بر بدن ما و به میزان یکسان (نه متفاوت!) وارد می‌شود.

نکات مهم

۱) هر چه از سطح زمین بالاتر می‌رویم، هواکره **رقیق‌تر** می‌شود، یعنی تعداد کل ذرات در حجم مشخص از هواکره (چگالی هوا) **کاهش** یافته و در نتیجه فشار هواکره **کاهش** می‌یابد.

۲) نمودار مقابل تغییرات فشار هواکره برحسب افزایش ارتفاع از سطح زمین را نشان می‌دهد. با توجه به نمودار، با افزایش ارتفاع، تغییرات فشار کاهش می‌یابد.



۳) میزان کاهش فشار، در ارتفاع‌های پایین‌تر، بیشتر است؛ اما رفته‌رفته با افزایش ارتفاع، این کاهش فشار کم‌تر می‌شود؛ یعنی اندازه شیب منحنی کاهش یافته است.

AzmonVIP

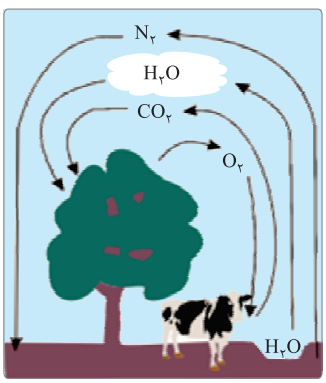
مسئله‌های مربوط به تغییرات دمایی هواکره با تغییر ارتفاع

- رابطهٔ مربوط به تبدیل واحد دما از درجهٔ سلسیوس به کلوین و بالعکس: $T(K) = ۲۷۳ + \theta\,(^\circ C)$
- ارزش دمایی «$۱\,^\circ C$» برابر با «$۱\,K$» است؛ از این‌رو در فرایندهایی که دما تغییر می‌کند، $(\Delta T = \Delta\theta)$ خواهد بود؛ یعنی تغییر دما در مقیاس سلسیوس و کلوین با هم برابر است.
- لایهٔ تروپوسفر تا ارتفاع حدود ۱۱/۵ کیلومتری سطح زمین ادامه دارد و با افزایش ارتفاع به ازای هر $۱\,km$، دما حدود $۶\,^\circ C$ کاهش می‌یابد.

$$\theta = -۶h + \theta_{\circ}$$

(h: ارتفاع (کیلومتری)، θ: دما در ارتفاع h، $\theta_{\circ}$: دمای سطح زمین)

هوا معجونی ارزشمند



۱ هواکره و زیست‌کره مدام با یکدیگر در تعامل می‌باشند. در واقع برهم‌کنش این دو به نوعی تضمین‌کنندهٔ حیات موجودات زنده است؛ به بیان دیگر زندگی جانداران گوناگون در زیست‌کره با گازهای هوا، گره خورده است. موجودات زنده برای تنفس نیازمند اکسیژن هستند. جانداران ذره‌بینی، گاز نیتروژن هواکره را برای مصرف گیاهان در خاک تثبیت می‌کنند.

نکته

$O_۲$، $N_۲$ و $CO_۲$ از جمله گازهای هواکره هستند که در زندگی روزانه نقش حیاتی دارند.

۲ درصد حجمی گازهای تشکیل‌دهندهٔ هوای پاک و خشک در تروپوسفر به صورت زیر است:

$$\text{درصد حجمی گازها در هواکره: } \underset{\simeq ٪۷۸}{N_۲} > \underset{\simeq ٪۲۱}{O_۲} > \underset{\text{فراوان‌ترین گاز نجیب}}{Ar} > \underset{\text{فراوان‌ترین ترکیب}}{CO_۲} > Ne > He > Kr > Xe$$

- با توجه به این‌که سه گاز نیتروژن، اکسیژن و آرگون بیشترین درصد حجمی را در میان اجزای هواکره دارا می‌باشند، می‌توان گفت که هوا منبعی غنی برای این گازها می‌باشد.
- توجه کنید که رطوبت هوا متغیر بوده و میانگین بخار آب در هوا حدود ۱٪ است، هرچند این مقدار از جایی به جایی دیگر، از روزی به روز دیگر و حتی از ساعتی به ساعتی دیگر تغییر می‌کند.
- مقدار گازهای نجیب موجود در هواکره بسیار کم است؛ از این‌رو به گازهای کمیاب معروف هستند.

AzmonVIP

۳ چند مورد از کاربردهای گاز نیتروژن که اصلی‌ترین جزء هواکره می‌باشد در زیر آورده شده است:

۱) بسته‌بندی برخی مواد خوراکی ۲) پرکردن تایر خودرو

۳) صنعت سرماسازی برای انجماد مواد غذایی ۴) نگه‌داری نمونه‌های بیولوژیکی در پزشکی

– تقطیر جزءبه‌جزء هوای مایع –

مراحل فرایند تقطیر جزءبه‌جزء هوای مایع

۱) عبور هوا از صافی‌ها به منظور گرفته‌شدن گرد و غبار

۲) کاهش پیوستهٔ دما با استفاده از تغییر فشار

۳) جداشدن رطوبت هوا به صورت یخ در دمای $0\ ^\circ C$

۴) جداشدن کربن دی‌اکسید به حالت جامد در دمای $-78\ ^\circ C$ (چگالش گاز CO_2)

۵) تهیهٔ هوای مایع با سردکردن بیشتر دما تا $-200\ ^\circ C$

۶) عبور هوای مایع (مخلوط چند مایع بسیار سرد) از ستون تقطیر و جداسازی اجزای آن براساس تفاوت نقطهٔ جوش اجزاء

نکات مهم

نکات مهم تقطیر جزءبه‌جزء هوای مایع

۱ ترتیب جداشدن گازها از هوای مایع وابسته به دمای جوش آن‌ها است. پس از ورود هوای مایع به برج تقطیر و افزایش تدریجی دما، هر ماده‌ای که به نقطهٔ جوش خود می‌رسد، به سرعت به گاز تبدیل شده و از مخلوط جدا می‌شود. بنابراین هر چه دمای جوش یک گاز پایین‌تر (منفی‌تر) باشد، زودتر از مخلوط هوای مایع جدا می‌شود.

۲ در مخلوط هوای مایع، ابتدا گاز نیتروژن (N_2) که نقطهٔ جوش پایین‌تری دارد، خارج می‌شود؛ بعد آرگون (Ar) و سپس گاز اکسیژن (O_2)!

گاز	اکسیژن	آرگون	نیتروژن	هلیم
نقطهٔ جوش $(^\circ C)$	-183	-186	-196	-269

مقایسهٔ نقطهٔ جوش: $\underset{-196\ ^\circ C}{N_2} < \underset{-186\ ^\circ C}{Ar} < \underset{-183\ ^\circ C}{O_2}$

ترتیب جداشدن گازها: $N_2 \rightarrow Ar \rightarrow O_2$

۳

نقطهٔ جوش: $A > B$

A آسان‌تر به مایع تبدیل می‌شود.

(در سردکردن مخلوط گازهای A و B، گاز A زودتر مایع می‌شود.

B آسان‌تر به گاز تبدیل می‌شود.

(در گرم‌کردن مخلوطی مایع از A و B، جزء B زودتر به گاز تبدیل و از مخلوط جدا می‌شود.

۴ توجه کنید که هوای مایع، با دمای $-200\ ^\circ C$ فاقد هلیم می‌باشد. زیرا نقطهٔ جوش هلیم پایین‌تر از $-200\ ^\circ C$ $(-269\ ^\circ C)$ است و اصلاً در دمای $-200\ ^\circ C$ این گاز مایع نشده است و هم‌چنان به صورت گاز است.

۵ در مواردی که نقطهٔ جوش دو ماده نزدیک به یکدیگرند مانند اکسیژن و آرگون، با استفاده از برج تقطیر نمی‌توان آن‌ها را به صورت ٪۱۰۰ خالص از یکدیگر جدا کرد.

AzmonVIP

– آرگون –

۱ در میان گازهای سازندهٔ هواکره در هوای پاک و خشک، پس از دو گاز نیتروژن (N_2) و اکسیژن (O_2)، رتبهٔ سوم بیشترین درصد حجمی گازهای هواکره را از آن خود کرده است.

۲ آرگون یک گاز نجیب، بی‌رنگ، بی‌بو و **غیرسمی** است.

۳ واژهٔ آرگون به معنای تنبل، است، زیرا واکنش‌پذیری آن بسیار ناچیز بوده و در عمل واکنش‌ناپذیر است.

۴ هنگام جوشکاری و یا برش فلزها، دما به شدت بالا می‌رود و امکان ترکیب‌شدن این فلزات با اکسیژن هوا زیاد است. یکی از کاربردهای آرگون ایجاد محیط بی‌اثر هنگام جوشکاری است؛ این روش بر استحکام و طول عمر فلز جوشکاری‌شده می‌افزاید.

۵ در لامپ‌های رشته‌ای نیز به کار می‌رود و در پتروشیمی شیراز از تقطیر جزءبه‌جزء هوای مایع با خلوص بسیار زیاد تهیه می‌شود.

– هلیم –

۱ هلیم به عنوان سبک‌ترین گاز نجیب (در دورهٔ اول و جزء عناصر دستهٔ s جدول دوره‌ای)، بی‌رنگ، بی‌بو و بی‌مزه است.

۲ هلیم در کرهٔ زمین به مقدار خیلی کم یافت می‌شود، به طوری که مقدار ناچیزی از آن در هوا و مقدار بیشتری در لایه‌های زیرین پوستهٔ زمین وجود دارد، از این‌رو منابع زمینی آن از هواکره سرشارتر و برای تولید هلیم در مقیاس صنعتی مناسب‌ترند.

۳ هلیم از واکنش‌های هسته‌ای در ژرفای زمین تولید می‌شود و این گاز پس از نفوذ به لایه‌های زمین، وارد میدان‌های گازی می‌شود.

۴ حدود ۷٪ حجمی از مخلوط گاز طبیعی را هلیم تشکیل می‌دهد و البته این مقدار، در میدان‌های گازی مختلف متفاوت است.

۵ چند مورد از کاربردهای هلیم:

۱) پرکردن بالن‌های هواشناسی، تفریحی و تبلیغاتی

۲) خنک‌کردن قطعات الکترونیکی در دستگاه‌های تصویربرداری مانند MRI

۳) جوشکاری

۴) کپسول غواصی

– اکسیژن، گازی واکنش‌پذیر در هواکره –

۱ یکی از مهم‌ترین گازهای تشکیل‌دهندهٔ هواکره است که بیشتر به صورت مولکول‌های دواتمی O_2 یافت می‌شود.

۲ مقدار این گاز در لایه‌های مختلف هواکره متفاوت است؛ ولی دقت کنید که درصد حجمی این گاز در سه لایهٔ اول هواکره تقریباً ثابت و حدود ۲۱٪ است.

۳ اکسیژن در آب‌کره، در ساختار مولکول‌های آب وجود دارد و در سنگ‌کره، به صورت ترکیب با دیگر عنصرها وجود دارد و در ساختار **همهٔ** مولکول‌های زیستی مانند کربوهیدرات‌ها، چربی‌ها و پروتئین‌ها یافت می‌شود.

۴ اکسیژن واکنش‌پذیری زیادی دارد و با اغلب عنصرها و مواد واکنش می‌دهد به همین دلیل اکثر واکنش‌های شیمیایی پیرامون ما به دلیل وجود گاز اکسیژن در محیط است.

۵ هر چه از سطح زمین بالاتر می‌رویم، هواکره رقیق‌تر شده و تعداد کل ذرات موجود در هر لیتر هوا کاهش می‌یابد؛ بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که با افزایش ارتفاع، فشار همهٔ مولکول‌های گازی از جمله اکسیژن کاهش می‌یابد.

- اگرچه با افزایش ارتفاع، غلظت یا فشار اکسیژن (و گازهای دیگر) کاهش می‌یابد اما درصد حجمی آن‌ها تقریباً ثابت است.
- فشار گاز اکسیژن در هر ارتفاعی از سطح زمین را می‌توان از رابطهٔ زیر حساب کرد:

$$\text{فشار گاز اکسیژن} = \text{فشار هوا} \times \frac{\overbrace{\text{درصد حجمی گاز اکسیژن}}^{\simeq ٪۲۱}}{۱۰۰}$$

- نسبت فشار دو گاز در هواکره برابر با نسبت درصد حجمی آن‌هاست:

$$\frac{\text{فشار گاز نیتروژن}}{\text{فشار گاز اکسیژن}} = \frac{\text{درصد حجمی گاز نیتروژن}}{\text{درصد حجمی گاز اکسیژن}}$$

AzmonVIP

– ترکیب اکسیژن با فلزها و نافلزها –

- اکسیژن در سنگ‌کره به شکل اکسیدهای گوناگون یافت می‌شود.

مثال فلز آلومینیم به شکل بوکسیت (Al_2O_3) به همراه ناخالصی) و سیلیسیم به شکل سیلیس (SiO_2) در طبیعت وجود دارد.

توجه اغلب (نه همهٔ!) عناصر در طبیعت به شکل ترکیب وجود دارند. (فلزاتی مانند طلا (Au) و پلاتین به حالت آزاد در طبیعت یافت می‌شوند و یا نافلزاتی مانند O_2 و N_2 نیز به صورت آزاد در طبیعت وجود دارند.)

- برخی از فلزات مانند آهن در واکنش با اکسیژن (نافلزها)، دو نوع اکسید تولید می‌کنند. برای نام‌گذاری (فرمول‌نویسی) ترکیب‌های فلزهایی که بیش از یک نوع کاتیون با بار متفاوت دارند، به صورت زیر عمل می‌کنیم.

– نام‌گذاری و فرمول‌نویسی کاتیون‌های چندظرفیتی –

۱) برای فلزاتی که تنها یک نوع کاتیون دارند، نام یون مربوط به همان نام عنصر بوده و از فرمول «یون + نام عنصر» پیروی می‌کند.

مثال کاتیون‌های فلزات گروه‌های ۱ و ۲ جدول دوره‌ای، (Ag^+: یون نقره)، (Sc^{3+}: یون اسکاندیم)، (Zn^{2+}: یون روی)، (Al^{3+}: یون آلومینیم)

۲) برای فلزاتی که بیش از یک نوع کاتیون با بار متفاوت دارند، بار کاتیون با اعداد رومی جلوی نام کاتیون داخل پرانتز نشان داده می‌شود.

- در نام‌گذاری یون فلزاتی که فقط یک نوع کاتیون می‌دهند، **نباید** از اعداد رومی استفاده کرد!

نام‌گذاری: یون + نام فلز + ظرفیت فلز (با عدد رومی داخل پرانتز نشان داده می‌شود.)

عدد	۱	۲	۳	۴	۵
نماد رومی	I	II	III	IV	V

مثال

یون آهن (II)	یون آهن (III)	یون کروم (II)	یون کروم (III)	یون مس (I)	یون مس (II)
Fe^{2+}	Fe^{3+}	Cr^{2+}	Cr^{3+}	Cu^+	Cu^{2+}

۳) برای نوشتن فرمول ترکیب یونی ابتدا کاتیون مربوط به فلز را سمت چپ و سپس آنیون را سمت راست می‌نویسیم. بار کاتیون را به عنوان زیروند آنیون و بار آنیون (قدرمطلق آن را) به عنوان زیروند کاتیون قرار می‌دهیم.

دقت کنید که در صورت ساده‌شدن زیروندها، آن‌ها را با هم ساده می‌کنیم و زیروند ۱ هم نوشته نمی‌شود.

۴) برای نام‌گذاری ترکیب‌های یونی ابتدا نام کاتیون و سپس نام آنیون را بدون ذکر واژهٔ «یون» می‌نویسیم.

۵) برای نام‌گذاری نام آنیون، از فرمول «یون + نام عنصر یا ریشهٔ نام + ید» استفاده می‌کنیم.

مثال CrS ← کروم (II) سولفید، Li_2O ← لیتیم اکسید، مس (II)اکسید ← O^{2-} ، Cu^{2+} ← CuO

– نام‌گذاری و فرمول‌نویسی اکسیدهای نافلزی و به طور کلی ترکیب‌های مولکولی دوتایی –

۱) واکنش عنصرها با اکسیژن، تنها به فلزات محدود نمی‌شوند، بلکه (اغلب!) نافلزات نیز با آن واکنش داده و به اکسید نافلزات تبدیل می‌شوند.

در واقع اکسیدهای نافلزی دستهٔ دیگری از ترکیبات شیمیایی هستند که از واکنش نافلزها با اکسیژن تولید می‌شوند.

مثال CO_2 ، NO_2 ، SO_2 ، SO_3 و ...

۲) هر زیروند در فرمول شیمیایی، نمایانگر شمار اتم‌های آن عنصر در ترکیب است و به همین دلیل شیمی‌دان‌ها برای بیان شمار هر یک از اتم‌ها، پیشوندهای معرفی‌شده در جدول زیر را به کار می‌برند.

تعداد اتم	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰
پیشوند یونانی	مونو	دی	تری	تترا	پنتا	هگزا	هپتا	اکتا	نونا	دکا

AzmonVIP

برای نام‌گذاری ترکیب‌های مولکولی دوتایی به صورت زیر عمل می‌شود:

فرمول: پیشوند یونانی (در صورت لزوم) + نام نافلز سمت چپ + پیشوند یونانی + نام یا ریشهٔ نام نافلز سمت راست + پسوند «ید»

نکات مهم

۱ پیشوندها اعداد یونانی هستند که تعداد اتم عنصر مربوطه را در ترکیب نشان می‌دهد.

۲ اگر تعداد اتم نافلز سمت چپ در فرمول برابر یک باشد پیشوند «مونو» برای آن **نباید** ذکر شود.

۳ اگر تعداد اتم نافلز سمت راست برابر یک باشد ذکر پیشوند «مونو» برای آن **ضروری** است.

۴ برای ترکیبات هیدروژن‌دار دوتایی عنصرهای گروه ۱۷ جدول دوره‌ای (هیدروژن هالیدها)، برای عنصر دوم (هالوژن) هم از پیشوند «مونو» استفاده نمی‌کنیم.

مثال (دی‌کلرو هپتااکسید: Cl_2O_7) (کربن تتراکلرید: CCl_4) (هیدروژن فلوئورید: HF)

۵ برای نوشتن فرمول شیمیایی ترکیبات مولکولی دوتایی به کمک نام آن‌ها، هیچ‌وقت در مرحلهٔ آخر زیروندها را ساده نکنید. برای مثال اگر زیروندها را در ترکیب N_2O_4 ساده کنیم، NO_2 ایجاد می‌شود؛ اما این دو ماده، دو ترکیب با خواص فیزیکی و شیمیایی متفاوت هستند.

مثال (Cl_2O: دی‌کلر مونوکسید) (N_2O_4: دی‌نیتروژن تتراکسید) (NO_2: نیتروژن دی‌اکسید)

ساختار لوویس

مراحل رسم ساختار لوویس گونه‌هایی که از قاعدهٔ هشت‌تایی پیروی می‌کنند:

در ساختار لوویس یک مولکول، الکترون‌های لایهٔ ظرفیت اتم‌ها طوری در اطراف اتم‌ها چیده می‌شوند که همهٔ اتم‌های موجود در مولکول از قاعدهٔ هشت‌تایی پیروی کنند. (به‌جز هیدروژن!)

۱ محاسبهٔ تعداد کل الکترون‌های لایهٔ ظرفیت اتم‌های سازنده

تذکر تعداد الکترون‌های ظرفیت عناصر s و p (به‌جز هلیم) برابر با عدد یکان شمارهٔ گروه آن عنصر است.

۲ تعیین اتم مرکزی و چیدمان اتم‌های دیگر اطراف آن

اغلب نخستین اتم از سمت چپ (به‌جز هیدروژن) در فرمول مولکولی ماده، اتم مرکزی است.

۳ متصل‌کردن اتم‌های اطراف به اتم مرکزی با یک پیوند و هشت‌تایی‌کردن اتم‌های اطراف با قراردادن ۳ جفت الکترون‌های ناپیوندی روی همهٔ اتم‌های مجاور به‌جز هیدروژن

۴ محاسبهٔ باقی‌ماندهٔ الکترون‌های ظرفیتی و قراردادن آن‌ها در صورت وجود روی اتم مرکزی

تعداد کل الکترون‌های به‌کاررفته (پیوندی و ناپیوندی) در مرحلهٔ (۳) را از شمار کل الکترون‌های ظرفیتی اتم‌ها در مرحلهٔ (۱) کم می‌کنیم و در صورت باقی‌ماندن الکترون، آن‌ها را به صورت جفت ناپیوندی روی اتم مرکزی قرار می‌دهیم.

۵ هشت‌تایی‌کردن اتم مرکزی به شرطی که تا این مرحله هشت‌تایی نشده باشد.

اگر پس از مرحلهٔ (۴)، اتم مرکزی هشت‌تایی نشده باشد، برای هشت‌تایی‌کردن آن می‌توانیم از یک (یا در صورت نیاز دو) اتم کناری یک (یا براساس نیاز دو) جفت ناپیوندی کم کرده و آن را به صورت یک پیوند جدید دوگانه (یا سه‌گانه) با اتم مرکزی درآوریم.

مثال مراحل رسم ساختار لوویس CO_2:

۱) محاسبهٔ تعداد کل ظرفیت $= \underset{C}{\downarrow 4} + \underset{O}{\downarrow 2(6)} = 16$

۲) چیدمان اتم‌ها $\Rightarrow$ کربن اتم مرکزی است. $\Rightarrow$ O C O

۳) هشتایی‌کردن اتم‌های کناری $\Rightarrow$ $:\ddot{O}-C-\ddot{O}: \Rightarrow$ تعداد e‌های به‌کاررفته در ساختار $= 16$

۴) ظرفیت e کل تعداد = تعداد e به‌کاررفته در ساختار $\Rightarrow$ جفت ناپیوندی برای اتم کربن وجود ندارد.

$\underset{16}{\downarrow}$ $\underset{16}{\downarrow}$

۵) هشت‌تایی‌کردن اتم کربن (اتم مرکزی) با استفاده از اتم‌های کناری $\Rightarrow$ $:\ddot{O}-C-\ddot{O}: \Rightarrow :O=C=O:$

ساختار نهایی

AzmonVIP

مثال رسم ساختار لوویس یون NO_2^+:

۱) $NO_2^+ \Rightarrow [(1\times 5)+(2\times 6)]-1=16$ (N: ۵، O: ۶، بار یون: ۱+)

۲) O N O

۳) :Ö—N—Ö: ⇒ ۱۶ = e های به‌کاررفته

۴) اتم مرکزی جفت ناپیوندی ندارد. ⇒ ۱۶ − ۱۶ = ۰

۵) :Ö—N—Ö: ⇒ $[:O{=}N{=}O:]^+$

نکات مهم

۱ در رسم ساختار لوویس، هنگامی که اتم‌های یکسانی به اتم مرکزی متصل‌اند، نمایش پیوند دوگانه بر سه‌گانه مقدم است.

۲ اتم‌های هیدروژن همواره یک پیوند تشکیل می‌دهند و هشت‌تایی نمی‌شوند در واقع تنها با $2e^-$ پایدار می‌شوند. اتم‌های H در مولکول‌ها، همیشه اتم کناری هستند.

۳ هرگاه اتم عنصرهای گروه ۱۷ (هالوژن‌ها) اتم کناری باشند، تنها یک پیوند اشتراکی (یگانه) تشکیل می‌دهند.

۴ به جفت‌الکترونی که در تشکیل پیوند شرکت می‌کند، جفت‌الکترون پیوندی و به جفت‌الکترونی که در تشکیل پیوند شرکت نمی‌کند و فقط متعلق به یکی از اتم‌هاست، جفت‌الکترون ناپیوندی می‌گویند؛ می‌دانید که هر پیوند اشتراکی یگانه، معادل یک جفت (دو) الکترون پیوندی است. (به آوردن یا نیاوردن کلمهٔ جفت در تست‌ها دقت کنید!)

۵ مراحل رسم ساختار لوویس یون‌های چنداتمی، دقیقاً مشابه به رسم ساختار مولکول‌هاست با این تفاوت که در مرحلهٔ (۱) و در هنگام محاسبهٔ تعداد کل الکترون‌های ظرفیت در یون‌هایی با بار منفی، به اندازهٔ بار منفی یون، به شمار الکترون‌های ظرفیت، اضافه و در یون‌هایی با بار مثبت، به تعداد بار مثبت از شمار الکترون‌های ظرفیت، کم می‌کنیم.

۶ نکتهٔ خیلی مهم در یون‌های چنداتمی آن‌که بار یون متعلق به همهٔ اتم‌های سازنده است؛ (نه یک اتم خاص!) بنابراین ساختار به دست آمده در مرحلهٔ آخر را درون یک کروشه ([ ]) قرار داده و بار یون را بالا و سمت راست کروشه یادداشت کنید.

نکات مهم

نکات کار راه‌انداز:

۱ با استفاده از فرمول زیر می‌توان بدون رسم ساختار لوویس مولکول‌ها، شمار کل پیوندهای اشتراکی در مولکول را محاسبه کرد:

$$\text{شمار کل پیوندهای اشتراکی در یک مولکول} = \frac{\text{مجموع ظرفیت اتم‌ها (یا همان مجموع تعداد الکترون‌های جفت‌نشده در آرایش الکترون- نقطه‌ای اتم‌ها)}}{2}$$

ظرفیت برای عناصر گروه ۱ و ۱۷، برابر ۱؛ برای عناصر گروه ۱۶، برابر ۲ برای عناصر گروه ۱۴، برابر ۴ و ... به همین ترتیب است! (به نوعی تعداد الکترون‌های جفت‌نشده در ساختار لوویس هر اتم است.)

۲ محاسبهٔ بار یون چنداتمی = (مجموع شمار الکترون‌های ساختار لوویس) ـ (مجموع شمار الکترون‌های لایهٔ ظرفیت اتم‌ها)

– سوختن –

۱ یک واکنش شیمیایی است که در آن یک ماده با اکسیژن به سرعت واکنش می‌دهد علاوه بر تولید ترکیب (یا ترکیبات) اکسیژن‌دار، بخشی از انرژی شیمیایی آن به صورت گرما و نور آزاد می‌شود.

دقت کنید که بخشی از انرژی شیمیایی مواد با سوختن آزاد می‌شود، نه *تمام آن*!

۲ شیمی‌دان‌ها از واکنش‌پذیری بالای اکسیژن برای تهیهٔ بسیاری از مواد بهره می‌گیرند؛ برای نمونه در صنعت برای تولید سولفوریک اسید، نخست گوگرد را در واکنش با اکسیژن (واکنش سوختن گوگرد) به SO_2 تبدیل می‌کنند.

رنگ شعلهٔ واکنش سوختن گوگرد آبی می‌باشد.

برخی عنصرهای فلزی و نافلزی دیگر نیز می‌توانند با اکسیژن بسوزند و به اکسیدهای فلزی و نافلزی تبدیل شوند. **اغلب** فلزات (نه همهٔ آن‌ها!) در **شرایط مناسب** با گاز اکسیژن می‌سوزند.

AzmonVIP

رنگ شعلهٔ سوختن فلزهای مختلف می‌توانند با هم متفاوت باشند، فلز آهن، **رنگ شعله نارنجی**، فلز منیزیم، **رنگ شعله سفید** و فلز سدیم، **رنگ شعله زردرنگ** دارند.

۳ افزون بر برخی عناصر، دیگر مواد از جمله سوخت‌های فسیلی نیز در شرایط مناسب می‌سوزند.

نور و گرما + کربن دی‌اکسید + گوگرد دی‌اکسید + بخار آب ⟸ اکسیژن + زغال‌سنگ

نکات مهم

۱ نوع فراورده‌ها در واکنش سوختن، علاوه بر ماهیت خود مادهٔ سوختنی به مقدار (کمیت؛ نه کیفیت!) اکسیژن در دسترس نیز بستگی دارد!

۲ به طوری که اگر اکسیژن کافی وجود داشته باشد، سوختن کامل انجام می‌شود و در مورد سوختن هیدروکربن‌ها، گاز CO_2 و بخار آب تولید می‌شود. در این حالت رنگ شعلهٔ آبی است که نشان از سوختن کامل می‌باشد.

۳ اما اگر اکسیژن کم باشد، در حین سوختن هیدروکربن‌ها گاز کربن مونوکسید به همراه دیگر فراورده‌ها تولید خواهد شد. رنگ شعله در این حالت تقریباً زردرنگ خواهد شد که نشان‌دهندهٔ سوختن ناقص است.

ویژگی‌ها و اثرات گاز کربن مونوکسید

۱ گاز بی‌رنگ، بی‌بو و بسیار سمی است.

۲ چگالی این گاز **کم‌تر از** هوا است و قابلیت انتشار آن در محیط **بسیار زیاد** می‌باشد به طوری که **به سرعت** در **همهٔ** فضای یک اتاق پخش می‌شود.

۳ میل ترکیبی هموگلوبین خون با گاز CO بسیار زیاد و بیش از ۲۰۰ برابر اکسیژن است. به همین دلیل می‌تواند باعث مسمومیت و در نهایت موجب مرگ فرد شود.

۴ CO از CO_2 ناپایدارتر است؛ می‌تواند دوباره در اکسیژن بسوزد و نور و گرما به همراه CO_2 تولید کند:

$$2CO + O_2 \rightarrow 2CO_2$$

۵ در ساختار شیمیایی هر مولکول CO، سه جفت‌الکترون پیوندی (یک پیوند سه‌گانه) و دو جفت الکترون ناپیوندی وجود دارد.

:C≡O:

رفتار اکسیدهای فلزی و نافلزی

۱ اکسیدهای فلزی و نافلزی به دلیل تنوع رفتار، کاربردهای فراوانی در زندگی دارند. مثال:

برخی کشاورزان کلسیم اکسید (آهک ـ CaO) را برای افزایش بهره‌وری در کشاورزی به خاک می‌افزایند؛ زیرا افزودن این ماده به خاک سبب می‌شود تا مقدار و نوع مواد معدنی در دسترس گیاه تغییر کند.

هم‌چنین از کلسیم اکسید برای کنترل میزان اسیدی‌بودن آب دریاچه‌ها، به عنوان اکسید بازی استفاده می‌شود.

مرجان‌ها گروهی از کیسه‌تنان با اسکلت آهکی (از جنس کلسیم اکسید) هستند و پژوهش‌ها نشان می‌دهد که این جانداران با افزایش میزان کربن دی‌اکسید (یک اکسید نافلزی) محلول در آب از بین می‌روند؛ زیرا گاز CO_2 در آب، باعث ایجاد خاصیت اسیدی در آن می‌شود.

اکسیدهای فلزی و نافلزی

۱ به طور کلی اغلب اکسیدهای فلزی در صورت حل‌شدن در آب با تولید یک باز باعث افزایش pH آب می‌شوند به همین دلیل به آن‌ها اکسیدهای بازی می‌گوییم. ($pH > ۷$)

۲ به طور کلی اغلب اکسیدهای نافلزی در صورت حل‌شدن در آب، با تولید یک اسید pH آب را کاهش می‌دهند به همین دلیل به آن‌ها اکسیدهای اسیدی می‌گوییم. ($pH < ۷$)

۳ pH، معیاری است برای سنجش میزان اسیدی یا بازی بودن محلول‌ها. محدودهٔ تغییرات pH محلول‌های آبی در دمای اتاق از ۰ تا ۱۴ است. آب خالص یک مادهٔ خنثی است و pH آن ۷ می‌باشد، مواد اسیدی $pH < ۷$ و مواد بازی $pH > ۷$ دارند.

AzmonVIP

نکات مهم

۱ آب گازدار یا آب کربناته آبی است که در آن کربن دی‌اکسید، تحت فشار حل شده باشد و یکی از مواد اولیه برای ساخت نوشابه‌های گازدار است؛ پس آب گازدار خاصیت اسیدی دارد.

۲ لزوماً هر اکسید نافلزی‌ای اکسید اسیدی نیست؛ به طور مثال گازهای NO، CO و N_2O در آب به صورت مولکولی حل شده و با آب واکنش نمی‌دهند؛ پس اکسید اسیدی نیستند.

۳ یکی از ساده‌ترین روش‌های اندازه‌گیری pH محلول‌ها، استفاده از کاغذ pH است که تنها می‌توان pH تقریبی محلول را اندازه‌گیری و آن‌ها را با هم مقایسه کرد.

– باران اسیدی و اثرات مخرب آن –

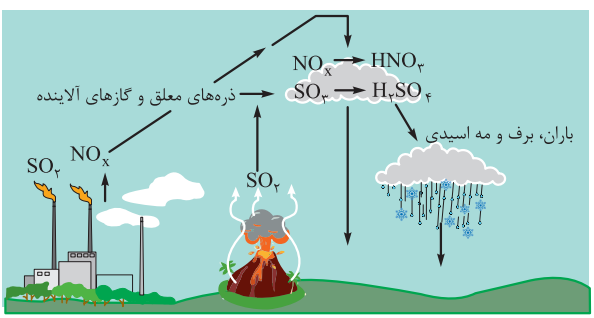
۱ باران طبیعی و معمولی: به دلیل وجود CO_2 محلول در آن، اندکی اسیدی و دارای $pH < 7$ است.

$$CO_2(g) + H_2O(l) \rightarrow H_2CO_3(aq)$$

۲ منظور از باران اسیدی، بارانی است که pH آن کم‌تر از ۵/۶ باشد:

آلاینده‌هایی که از سوختن سوخت‌های فسیلی وارد هواکره می‌شوند (به طور عمده SO_2 و NO_x) هنگام بارش باران در آب حل می‌شوند و به صورت محلولی که خاصیت اسیدی چشمگیری دارد به زمین فرومی‌ریزد. در این حالت می‌گوییم باران اسیدی شده است.

۳ در شیمی هواکره اصطلاح رایجی با عنوان «آن‌چه که در هواکره بالا می‌رود باید پایین بیاید» وجود دارد؛ این اصطلاح بیان می‌کند که آلاینده‌هایی که از سوختن سوخت‌های فسیلی وارد هواکره می‌شود و بالا می‌رود؛ هنگام بارش در آب حل می‌شوند و پس از واکنش با آب به صورت باران اسیدی به زمین فرو می‌ریزد.



باران معمولی ← $5/6 < pH < 7$ ← عامل کاهش pH : CO_2 محلول در آب باران

باران اسیدی ← $1/5 < pH < 5/6$ ← عامل کاهش pH نسبت به باران طبیعی: حل‌شدن آلاینده‌های هوا مانند NO_2 و SO_2 در آب باران و تولید نیتریک اسید و سولفوریک اسید

نکات مهم

۱ در اثر سوزاندن سوخت‌های فسیلی علاوه بر گاز کربن دی‌اکسید، گازهای دیگری مانند NO_2، NO، SO_2، CO و برخی هیدروکربن‌ها هم وارد هواکره می‌شود.

۲ از سوختن سوخت‌های فسیلی در کارخانجات و در گازهای خروجی از آتشفشان‌ها، گاز SO_2 وجود دارد. از کارخانجات، اکسیدهای نیتروژن مختلفی هم با فرمول کلی NO_x آزاد می‌شود در هواکره، SO_2 به SO_3 تبدیل می‌شود. گازهای SO_3 و NO_x در طی واکنش‌های مختلفی در هواکره، سولفوریک اسید (H_2SO_4) و نیتریک اسید (HNO_3) را می‌سازند که با خاصیت اسیدی زیاد خود سبب باران، مه و برف اسیدی می‌شود.

AzmonVIP

توجه اگرچه گاز NO موجود در هواکره اکسید اسیدی نیست ولی به علت واکنش‌پذیری زیاد، با اکسیژن هوا ترکیب شده و NO_2 تولید می‌کند. NO_2 اکسید اسیدی است که با آب و اکسیژن واکنش داده و به HNO_3 که اسید قوی است تبدیل می‌شود.

– واکنش‌های شیمیایی و قانون پایستگی جرم –

۱ هر تغییر شیمیایی می‌تواند شامل یک یا چند واکنش شیمیایی باشد که هر یک از آن‌ها را با یک معادله نشان می‌دهند.

- تغییر شیمیایی **می‌تواند** با تغییر رنگ، مزه، بو یا آزادسازی گاز، رسوب و گاهی ایجاد نور یا صدا همراه باشد.

۲ **مثال** سوختن کربن را به صورت زیر نمایش می‌دهند:

کربن + اکسیژن ⟶ کربن دی‌اکسید

$$C(s) + O_2(g) \rightarrow CO_2(g)$$

معادلهٔ نخست، نوشتاری و معادلهٔ دوم، نمادی نامیده می‌شوند؛ در معادلهٔ نوشتاری، نام واکنش‌دهنده‌ها در سمت چپ و نام فراورده‌ها در سمت راست فلش نوشته می‌شود.

۳ شیوه‌های نمایش واکنش‌های شیمیایی به دو صورت معادلهٔ نوشتاری و نمادی است که در جدول زیر آن‌ها را مقایسه کرده‌ایم:

نوع معادله / اطلاعات دریافتی	نمادی	نوشتاری
نام مواد	×	✓
فرمول شیمیایی مواد	✓	×
حالت فیزیکی مواد	✓	×
شرایط لازم برای انجام واکنش	✓	×
نسبت مولی مواد شرکت‌کننده در واکنش	✓	×
چگونگی و ترتیب اختلاط واکنش‌دهنده	×	×
شرح عملی واکنش و نکته‌های ایمنی	×	×

- نمادهای به کار رفته برای نمایش حالت فیزیکی مواد در معادله‌های شیمیایی

نماد	(s)	(l)	(g)	(aq)
معنا	جامد	مایع	گاز	محلول آبی

۴ معنای برخی عبارت‌ها یا نمادهای مورد استفاده در معادله‌های شیمیایی در جدول زیر آمده است:

نماد	معنا
$\rightarrow$	تولید می‌کند یا می‌دهد.
$\xrightarrow{\Delta}$	واکنش‌دهنده‌ها در اثر گرم‌شدن واکنش می‌دهند.
$\xrightarrow{۲۰\,atm}$	واکنش در فشار ۲۰ atm انجام می‌شود.
$\xrightarrow{۱۲۰۰\,^\circ C}$	واکنش در دمای ۱۲۰۰ درجهٔ سلسیوس انجام می‌شود.
$\xrightarrow{Pd}$	برای انجام‌شدن از پالادیم (Pd) به عنوان یک کاتالیزگر استفاده می‌شود.

AzmonVIP

نکات مهم

۱) علامت ($\xrightarrow{\Delta}$) تنها به این معناست که واکنش‌دهنده‌ها در اثر گرم‌شدن واکنش می‌دهند؛ حالا این واکنش می‌تواند گرماگیر یا گرماده باشد!

۲) علامت‌های « $\xrightarrow{۱۲۰۰\ ^\circ C}$ » و « $\xrightarrow{۲۰\ atm}$ » به این معناست که واکنش به ترتیب در دمای ۱۲۰۰ درجهٔ سلسیوس و فشار ۲۰ atm انجام می‌شود و نمی‌توان گفت پس از انجام واکنش دما و فشار گونه‌ها به ترتیب به ۱۲۰۰ درجهٔ سلسیوس و ۲۰ atm می‌رسد.

۵) کاتالیزگر ماده‌ای است که سرعت واکنش شیمیایی را افزایش می‌دهد بدون آن‌که در واکنش مصرف شود.

مثال واکنش سوختن کامل گاز هیدروژن و تشکیل آب، در حضور کاتالیزگر پلاتین (Pt(s)) انجام می‌شود:

$$۲H_۲(g)+O_۲(g) \xrightarrow{Pt(s)} ۲H_۲O(l)$$

– قانون پایستگی جرم –

۱) مطابق این قانون مجموع جرم مواد واکنش‌دهنده با مجموع جرم فراورده‌ها برابر است یا به عبارت دیگر، جرم کل مواد در مخلوط واکنش ثابت است.

۲) یکی از ویژگی‌های مهم واکنش‌های شیمیایی این است که همهٔ آن‌ها از این قانون پیروی می‌کنند؛ زیرا در **واکنش‌های شیمیایی نه اتمی به وجود می‌آید** و **نه اتمی از بین می‌رود**، بلکه **پس از انجام واکنش همه اتم‌ها** به **شیوه‌های دیگر به هم متصل می‌شوند.**

۳) مطابق قانون پایستگی جرم، مجموع شمار اتم‌های هر عنصر در دو سمت معادلهٔ یک واکنش یکسان است.

۴) مجموع شمار اتم‌های موجود در واکنش‌دهنده‌ها با مجموع شمار اتم‌های موجود در فراورده‌ها برابر است؛ یعنی شمار کل اتم‌ها در یک واکنش شیمیایی ثابت است.

دقت کنید که برابربودن تعداد اتم‌ها در دو طرف معادله کفایت نمی‌کند! و حتماً تعداد اتم‌های هر عنصر باید برابر باشد!

مثال $N_۲+H_۲ \rightarrow NH_۳$

هر چند تعداد کل اتم‌ها در دو طرف معادله یکسان است؛ اما معادله موازنه‌شده نیست!

اشتباه نکنید:

۱) در واکنش‌های شیمیایی، مولکول‌ها و ترکیب‌های اولیه از بین می‌روند و مولکول‌ها و ترکیبات جدید به وجود می‌آیند.

۲) در ضمن لزوماً تعداد مولکول‌ها و مول‌های مواد در دو طرف معادله برابر نیستند.

۳) مطابق قانون پایستی جرم، شمار کل اتم‌ها در یک واکنش شیمیایی ثابت است؛ بنابراین برای موازنه‌کردن یک معادلهٔ شیمیایی، باید به هر یک از واکنش‌دهنده‌ها و فراورده‌ها ضریبی نسبت داد تا تعداد اتم‌های هر عنصر در دو سمت معادله برابر شود.

– موازنه‌کردن معادلهٔ واکنش شیمیایی –

یعنی برابرکردن تعداد اتم‌های هر عنصر در دو سوی معادلهٔ شیمیایی

نکات مهم

۱) در معادله‌های شیمیایی موازنه‌شده، ضریب ۱ نوشته نمی‌شود.

۲) برای موازنه‌کردن هر معادلهٔ نمادی، باید برای هر یک از واکنش‌دهنده‌ها و فراورده‌ها ضریبی قرار داد تا شمار اتم‌های هر عنصر در دو سوی معادله برابر شود.

۳) هنگام موازنه‌کردن، نباید زیروندها را در فرمول شیمیایی واکنش‌دهنده‌ها و فراورده‌ها تغییر داد.

۴) ضریب‌ها در معادلات موازنه‌شده باید کوچک‌ترین عدد طبیعی ممکن باشد.

۵) سعی کنید تا حد امکان اتم‌های اکسیژن و هیدروژن را در مراحل آخر موازنه نمایید؛ زیرا این عناصر معمولاً در ساختار تعداد بیشتری از گونه‌ها قرار دارند.

۶) معادلهٔ شیمیایی موازنه‌شده به ۲ صورت خوانده می‌شود؛ برای نمونه معادلهٔ موازنه‌شدهٔ سوختن گاز هیدروژن در حضور اکسیژن: $۲H_۲(g)+O_۲(g) \rightarrow ۲H_۲O(g)$

۱) دو مول گاز هیدروژن با یک مول گاز اکسیژن واکنش می‌دهد و دو مول بخار آب تولید می‌شود.

۲) دو مولکول هیدروژن با یک مولکول اکسیژن واکنش می‌دهد و دو مولکول آب تولید می‌شود.

AzmonVIP

شیمی یازدهم

نفت، هدیه‌ای شگفت‌انگیز

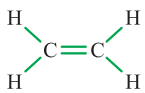
- نفت خام باعث حل مشکل حمل‌ونقل و ساخت داروهای تازه شد.

موارد مصرف نفت خام
- بیش از ۹۰ درصد برای تأمین انرژی سوزانده می‌شود
  - حدود ۵۰ درصد: سوخت در وسایل نقلیه
  - حدود ۴۰ درصد: تأمین گرما و انرژی الکتریکی
- کم‌تر از ۱۰ درصد: تولید مواد

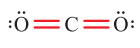
- بخش عمدهٔ نفت خام: هیدروکربن‌های گوناگون ← ترکیب‌هایی شامل هیدروژن و کربن

کربن، اساس استخوان‌بندی هیدروکربن‌ها

- ترکیب‌های شناخته‌شده از کربن، از مجموع ترکیب‌های شناخته‌شده از دیگر عنصرهای جدول دوره‌ای بیشتر است.
- اتم کربن افزون بر تشکیل پیوند اشتراکی یگانه، توانایی تشکیل پیوندهای اشتراکی دوگانه و سه‌گانه را با خود و برخی اتم‌های دیگر دارد.


اتن

اتین


کربن دی‌اکسید

هیدروژن سیانید

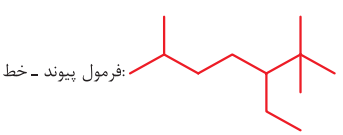
- اتم کربن می‌تواند با اتم عنصرهای هیدروژن، اکسیژن، نیتروژن و ... به شیوه‌های گوناگون متصل شده و مولکول شمار زیادی از مواد، مانند کربوهیدرات‌ها، چربی‌ها، آمینواسیدها، آنزیم‌ها، پروتئین‌ها و ... را بسازد.
- اتم‌های کربن می‌توانند با یکدیگر به روش‌های گوناگون متصل شده و دگرشکل‌های متفاوتی مانند گرافیت، الماس و ... ایجاد کنند.

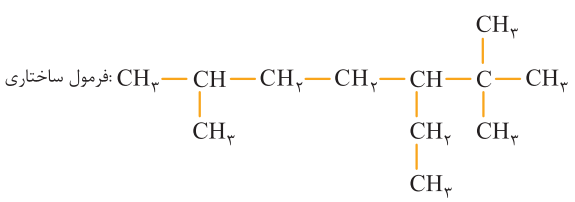
آلکان‌ها، هیدروکربن‌هایی با پیوندهای یگانه

- فرمول عمومی آلکان‌ها: C_nH_{2n+2}
- ساده‌ترین و نخستین آلکان: CH_4 (متان)
- سوخت فندک گازی: بوتان (C_4H_{10}) که تحت فشار پر می‌شود.

ساختار آلکان‌ها
- راست‌زنجیر: هر اتم کربن به یک یا دو اتم کربن دیگر متصل است.
- شاخه‌دار: برخی کربن‌ها به سه یا چهار اتم کربن دیگر متصل‌اند.

انواع نمایش ترکیب‌های آلی


فرمول پیوند ـ خط:


فرمول ساختاری:

فرمول ساختاری فشرده: $(CH_3)_2CH(CH_2)_2CH(C_2H_5)C(CH_3)_3$

تبدیل ساختار فشرده به ساده را بلد باشید. در برخی تست‌های نام‌گذاری، فرمول فشرده را می‌دهند؛ باید اول فرمول ساختاری ساده را رسم کنیم تا به راحتی نام‌گذاری کنیم.

- در فرمول فشرده، معمولاً شاخهٔ فرعی داخل پرانتز گذاشته می‌شود. دقت کن که CH_2 داخل پرانتز، شاخهٔ فرعی نیست!

خواص فیزیکی آلکان‌ها

- قطبیت: ناقطبی (گشتاور دوقطبی حدود صفر است.)
- نیروی بین مولکولی: واندروالسی
- حلالیت: نامحلول در آب

AzmonVIP

- از جمله کاربردها: **حفاظت از فلزها** ← قراردادن فلزها در آلکان‌های مایع (آلکان‌های با بیش از ۴ اتم کربن در دمای اتاق)
  (جلوگیری از خوردگی) ← اندودکردن سطح فلزها و وسایل فلزی با آن‌ها
- شمار اتم‌های کربن نقش مهمی در رفتار هیدروکربن‌ها دارد:

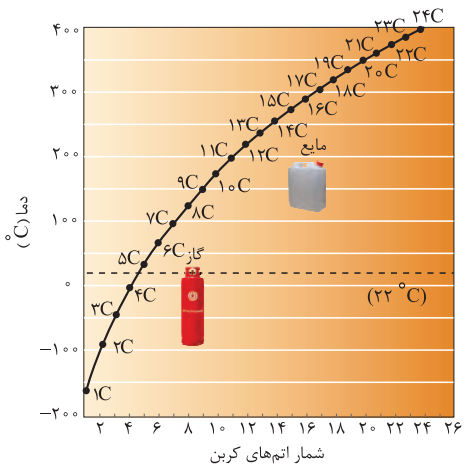
$$\frac{۱}{\text{فرّاربودن}} \sim \text{گران‌روی (عدم تمایل به جاری‌شدن)} \sim \text{نقطهٔ جوش} \sim \text{نیروی بین مولکولی} \sim \text{جرم مولی} \sim \text{اندازهٔ مولکول} \sim \text{تعداد اتم‌های کربن}$$

← اکثر رفتارها با تعداد اتم‌های کربن رابطهٔ مستقیم دارند، به‌جز فرّار بودن.

← به فرمول تقریبی گریس $(C_{۱۸}H_{۳۸})$ و وازلین $(C_{۲۵}H_{۵۲})$ دقت کنید:

گریس $(C_{۱۸}H_{۳۸})$ < وازلین $(C_{۲۵}H_{۵۲})$:چسبندگی

نمودار نقطهٔ جوش آلکان‌های راست‌زنجیر



← حالت فیزیکی ۴ آلکان اول در دمای اتاق: گاز

← با افزایش شمار اتم‌های کربن، اختلاف نقطهٔ جوش آلکان‌ها رفته‌رفته کاهش می‌یابد.

← نقطهٔ جوش بوتان $(C_۴H_{۱۰})$: حدود $۰^\circ C$

رفتار شیمیایی آلکان‌ها

- سیرشده هستند: هر اتم کربن با چهار پیوند اشتراکی به چهار اتم دیگر متصل است.
  هیدروکربن‌های سیرشده: همهٔ پیوندهای کربن-کربن در آن‌ها یگانه است.
- تمایل چندانی به انجام واکنش شیمیایی ندارند (به جز سوختن): میزان سمی‌بودن آن‌ها کم‌تر است.
- شستن پوست یا تماس آن با آلکان‌های مایع (بنزین یا نفت): به دلیل انحلال چربی‌های پوست، در درازمدت به بافت‌های پوست آسیب می‌رساند.
- سوختن آلکان‌ها:

$$C_nH_{۲n+۲} + \frac{۳n+۱}{۲}O_۲ \rightarrow n\,CO_۲ + (n+۱)H_۲O$$

هشدار در خیلی از تست‌ها لزومی ندارد کل معادلهٔ سوختن را بنویسیم. ممکن است با این دو نکته کارمان راه بیفتد:

۱) تعداد کربن‌ها (n) ← ضریب $CO_۲$

۲) نصف تعداد هیدروژن‌ها $\frac{۲n+۲}{۲}$ ← ضریب $H_۲O$

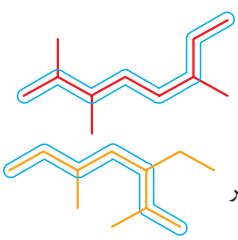
نام‌گذاری آلکان‌ها

آلکان‌های راست‌زنجیر:

فرمول مولکولی	$CH_۴$	$C_۲H_۶$	$C_۳H_۸$	$C_۴H_{۱۰}$	$C_۵H_{۱۲}$	$C_۶H_{۱۴}$	$C_۷H_{۱۶}$	$C_۸H_{۱۸}$	$C_۹H_{۲۰}$	$C_{۱۰}H_{۲۲}$
نام	متان	اتان	پروپان	بوتان	پنتان	هگزان	هپتان	اوکتان	نونان	دکان

آلکان‌های شاخه‌دار

در نام‌گذاری آلکان‌های شاخه‌دار، هر مرحله اولویت‌های خودش را دارد. اولویت‌های یک مرحله هیچ ارتباطی به مرحلهٔ دیگر ندارد.

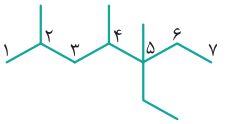
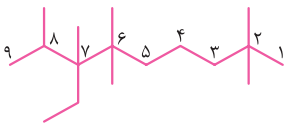


۱) انتخاب زنجیر اصلی
- اولویت اول: طولانی‌بودن زنجیر
- اولویت دوم: شاخه‌ها فرعی بیشتر

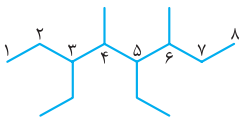
AzmonVIP

۲) شماره‌گذاری زنجیر اصلی

- اولویت اول: شمارهٔ کم‌تر برای شاخه‌های فرعی

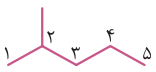



- اولویت دوم: شمارهٔ کم‌تر برای شاخهٔ مقدم‌تر (تقدم نام آن در حروف الفبای انگلیسی)



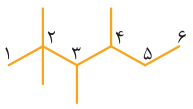
متیل (Methyl): $-CH_3$ ، اتیل (Ethyl): $-C_2H_5$

۳) نوشتن نام: اول شمارهٔ کربن شاخهٔ فرعی، دوم نام شاخهٔ فرعی و سوم نام آلکان زنجیر اصلی



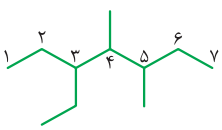
۲ـ متیل پنتان

- چند شاخهٔ فرعی مشابه: بعد از نوشتن شماره‌ها، تعداد شاخهٔ فرعی با اعداد یونانی

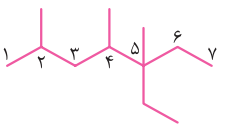


۴،۳،۲،۲ـ تترامتیل هگزان

- شاخه‌های فرعی متفاوت: به ترتیب الفبای انگلیسی



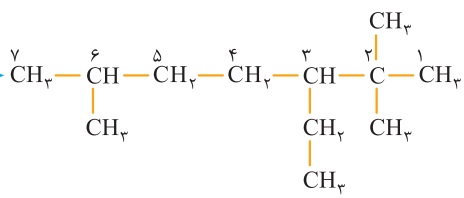
۳ـ اتیل ـ ۵،۴ـ دی‌متیل هپتان



۵ـ اتیل ـ ۵،۴،۲ـ تری‌متیل هپتان

- اگر فرمول ساختاری فشرده‌دادن ← اول ساختار باز را رسم می‌کنیم ← بعد نام‌گذاری می‌کنیم.

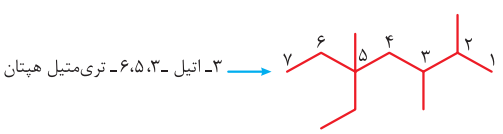
$(CH_3)_2CH(CH_2)_2CH(C_2H_5)C(CH_3)_3$ →



→ ۳ـ اتیل، ۶،۲،۲ـ تری‌متیل هپتان

روش تشخیص درست یا غلط بودن نام

۱ با فرض درست بودن نام، ساختار را رسم می‌کنیم.



نام غلط ← ۵ـ اتیل ـ ۵،۳،۲ـ تری‌متیل هپتان ← ۳ـ اتیل ـ ۶،۵،۳ـ تری‌متیل هپتان

- شماره‌گذاری را از یک جهت فرضی (مثلاً از چپ) در نظر می‌گیریم.

۲ ساختار رسم‌شده را نام‌گذاری می‌کنیم.

۳ اگر نام اولیه و نام نهایی یکسان بود درست است، اگر نبود غلط است.

تذکر در مثال بالا همین که فهمیدیم شماره‌گذاری اشتباه است، دیگر نیازی به انجام بقیهٔ مراحل نیست.

نکاتی برای **تشخیص** سریع بعضی نام‌های غلط:

- شاخه‌ها به ترتیب الفبای لاتین نباشد ← مثلاً اول متیل بیاد بعد اتیل
- شاخهٔ ۱ـ متیل یا nـ متیل باشد (n: تعداد کربن‌های زنجیر اصلی)
- شاخهٔ ۱ـ اتیل، ۲ـ اتیل یا nـ اتیل، $(n-1)$ اتیل باشد.
- دقت داشته باشید که همهٔ نام‌های غلط با این سه نکته قابل بررسی نیست.

۳،۲- دی‌متیل - ۴- اتیل هگزان: ×

۳- اتیل - ۵،۲- دی‌متیل پنتان: ×

۵،۳- دی‌اتیل - ۴،۳،۲- تری‌متیل هگزان، ۲- اتیل - ۵- متیل هگزان: ×

ایزومر یا همپار

ترکیباتی با فرمول مولکولی یکسان و ساختار متفاوت.

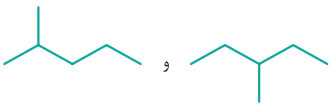
۱ رسم ایزومر: با برداشتن کربن‌ها و قراردادن آن‌ها در موقعیت‌های متفاوت، ایزومرها را رسم می‌کنیم. به صورت زیر:

(I) رسم آلکان راست‌زنجیر nکربنه

C_6H_{14} هگزان

AzmonVIP

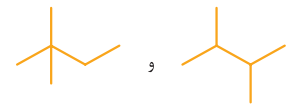
(II) رسم آلکان‌های $(n-1)$ کربنه با یک شاخهٔ متیل



۳ـ متیل پنتان و ۲ـ متیل پنتان

(III) رسم آلکان‌های $(n-2)$ کربنه با یک شاخهٔ اتیل ← نداریم

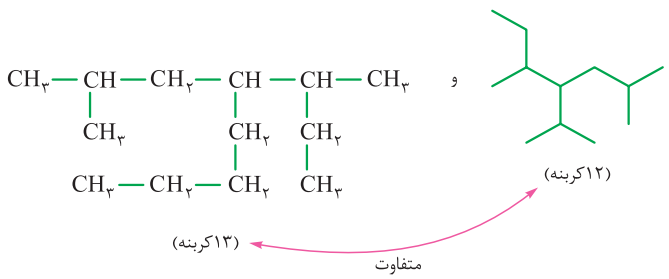
(IV) رسم آلکان‌های $(n-2)$ کربنه با دو شاخهٔ متیل



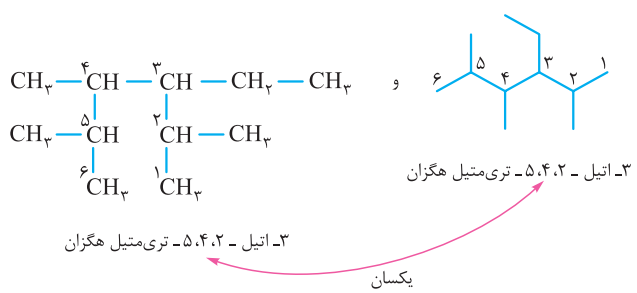
۲و۳ـ دی‌متیل بوتان و ۲و۲ـ دی‌متیل بوتان

۲ تشخیص ارتباط دو ساختار:

حالت	فرمول مولکولی	فرمول ساختاری	وضعیت
I	×		⇐ دو آلکان متفاوت هستند.
II	✓	✓	⇐ دو ساختار مربوط به یک آلکان است.
III	✓	×	⇐ ایزومر



● اگر فرمولی مولکولی یکسان بود، یک راه برای تشخیص ایزومر یا یکسان‌بودن، بررسی نام آلکان است. ← نام یکسان، دو ساختار مربوط به یک آلکان است.



AzmonVIP

مقدمه

- اجزای بنیادی جهان مادی را **ماده** و **انرژی** می‌دانند که می‌توانند به هم تبدیل شوند.
- تنها منبع حیات بخش انرژی، خورشید است.
- کاهش جرم خورشید، تبدیل ساده به انرژی را تأیید می‌کند.
- **نیازهای صنایع غذایی**
  - منابع شیمیایی بسیار (کودها و آفت‌کش‌ها و ...)
  - سطح وسیعی از زمین‌های بایر
  - حجم عظیمی از آب‌های قابل استفاده در کشاورزی (آب شیرین)
- **نقش غذا در بدن**
  - تأمین انرژی
  - تأمین مواد اولیه برای ساخت و رشد بخش‌های مختلف بدن
- فرایندهای بالا وابسته به انجام واکنش‌های شیمیایی هستند که هر یک **آهنگ ویژه‌ای** دارند: واکنش‌هایی که **دمای بدن** را نیز کنترل و تنظیم می‌کند.
- **منابع موجود در برخی خوراکی‌ها**
  - گوشت قرمز و ماهی: پروتئین، انواع ویتامین و مواد معدنی
  - شیر و فراورده‌های آن: پروتئین و کلسیم (پیشگیری و ترمیم پوکی استخوان)

غذا، ماده و انرژی

- بدن ما برای انجام فعالیت‌های ارادی و غیرارادی به ماده و انرژی نیاز دارد که از غذا تأمین می‌شود.
- ارزش مواد غذایی در تأمین ماده و انرژی یکسان نیست.
- یکی از راه‌های آزادشدن انرژی مواد، سوزاندن آن‌هاست. مثل گاز شهری، بنزین، الکل، زغال و هم‌چنین مواد غذایی مثل ماکارونی و ...
- انرژی آزادشده به **نوع ماده** و **جرم** آن بستگی دارد.

دمای یک ماده از چه خبر می‌دهد؟

- هر ماده‌ای جنبش‌های **پیوسته** و **نامنظم** دارد.
- انرژی جنبشی تک‌تک ذره‌ها با هم برابر نیستند و میزان جنبش ذره‌ها، متفاوت از یکدیگر است.

نکته

میانگین انرژی جنبشی ذرات سازندهٔ ماده به **حالت فیزیکی** و **دمای** ماده وابسته است.

جامد < مایع < گاز: میانگین انرژی جنبشی

دما بالاتر ← میانگین انرژی جنبشی بیشتر

- **دما**
  - میزان گرمی و سردی ماده
  - میانگین تندی حرکت ذره‌های سازندهٔ ماده
  - میانگین انرژی جنبشی ذره‌های سازندهٔ ماده
- یکای رایج دما. درجهٔ سلسیوس ($^\circ C$)
- یکای دما در SI: کلوین (K)

$$T(K) = \theta(^\circ C) + ۲۷۳$$

دما: **میانگین** انرژی جنبشی ذره‌های سازندهٔ یک نمونه ماده است. ← به تعداد ذره‌ها وابسته نیست.

انرژی گرمایی: **مجموع** انرژی جنبشی ذره‌های سازندهٔ یک نمونه ماده است. ← به تعداد ذره‌ها وابسته است.

- انرژی گرمایی کمیتی است که هم به **دما** و هم به **جرم** (تعداد ذرات سازندهٔ) ماده بستگی دارد.

← اگر دمای جسم X بیشتر از Y باشد لزوماً انرژی گرمایی جسم X بیشتر نیست. به مثال‌های زیر توجه کنید:

انرژی گرمایی: یک لیوان آب $۲۵^\circ C$ < یک لیوان آب $۹۰^\circ C$، یک لیوان آب $۹۰^\circ C$ < یک استخر آب $۲۵^\circ C$

AzmonVIP

تفاوت دما و گرما

دما برای توصیف یک نمونه ماده، ولی تغییر دما برای توصیف یک فرایند است.

گرما از ویژگی‌های یک نمونه ماده نیست ← برای توصیف یک فرآیند است.

- اشاره به گرمای یک نمونه ماده اشتباه علمی است.

گرما: به مقدار انرژی گرمایی که به دلیل تفاوت دما در یک فرایند جاری می‌شود، گفته می‌شود.

گرما همواره از جسمی با دمای بالاتر (حتی اگر انرژی گرمایی‌اش کم‌تر باشد) به جسمی با دمای پایین‌تر جاری می‌شود.

مقایسهٔ دما، انرژی گرمایی و گرما

دما	انرژی گرمایی	گرما
میانگین انرژی جنبشی ذره‌های یک ماده	مجموع انرژی جنبشی ذره‌های یک ماده	مقداری از انرژی گرمایی که به دلیل تفاوت دما در فرایند مبادله می‌شود.
برای توصیف یک نمونه ماده	برای توصیف یک نمونه ماده	برای توصیف یک فرایند
صورتی از انرژی نیست. (معیاری برای بیان سردی و گرمی جسم است.)	صورتی از انرژی است.	صورتی از انرژی است.
به مقدار ماده وابسته نیست.	به تعداد ذره‌ها (جرم) و دمای جسم وابسته است.	به مقدار جسم وابسته است.
قابل اندازه‌گیری است.	قابل اندازه‌گیری نیست.	قابل اندازه‌گیری است.
نماد: θ یا T		نماد: Q
یکا: $^\circ C$ یا K		یکا: J و cal

ظرفیت گرمایی (C): گرمای لازم برای افزایش دمای یک ماده به اندازهٔ **یک درجهٔ سلسیوس**. $q = C\Delta\theta$ $(J.^\circ C^{-1})$

- یکای اندازه‌گیری گرما (q) در (SI) ژول (J) است. $|Ca| = ۴/۱۸ J$, $۱ J = ۱ kg.m^۲.s^{-۱}$
- ظرفیت گرمایی به ۴ عامل وابسته است:

۱ دما ۲ فشار ۳ نوع ماده ۴ جرم

گرمای ویژه (c): گرمای لازم برای افزایش دمای **یک گرم** از ماده به اندازهٔ **یک درجهٔ سلسیوس**. $q = mc\Delta\theta$ $(J.g^{-۱}.^\circ C^{-۱})$

- گرمای ویژه به ۳ عامل وابسته است:

۱ دما ۲ فشار ۳ نوع ماده

رابطه بین ظرفیت گرمایی (C) و گرمای ویژه (c) ⇐ $C = mc$

نکته

برای پاسخ به سوال‌های مقایسه‌ای از این نکته استفاده کنید: «ظرفیت گرمایی (mc)، مقاومت در برابر تغییر دما است.»

- به ازای q برابر: هر چه ظرفیت گرمایی بیشتر ← تغییر دما $(\Delta\theta)$ کم‌تر
- به ازای $\Delta\theta$ برابر: هر چه ظرفیت گرمایی بیشتر ← گرما (q) بیشتر ← مدت‌زمان (t) بیشتر
- آب یکی از بیشترین گرماهای ویژه را دارد.

به مقایسه گرمای ویژه ماده‌های روبه‌رو دقت کنید: آب > روغن زیتون ، سیب‌زمینی > نان

روغن و چربی
- تفاوت فیزیکی: روغن ← مایع (l)، چربی ← جامد (s)
- تفاوت شیمیایی: روغن دارای پیوندهای دوگانهٔ بیشتر ← واکنش‌پذیری بیشتر

AzmonVIP

نکته

مسئله‌هایی از جنس هم‌دمایی: وقتی دو ماده با دمای متفاوت را در تماس با هم قرار دهیم، ماده با دمای بالاتر گرما از دست می‌دهد و ماده با دمای پایین‌تر، همان مقدار آب را جذب می‌کند تا جایی که به یک دما برسند. برای حل این مسائل، کافی است مقدار گرمایی که یکی یا چند ماده از دست می‌دهد را با مقدار گرمایی که یک یا چند مادهٔ دیگر جذب می‌کند. برابر قرار دهیم:

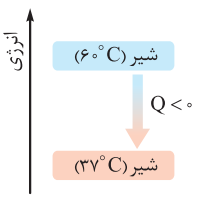
$$\underbrace{|q_A + q_B + \dots|}_{\text{موادی که گرما از دست می‌دهند.}} = \underbrace{|q_C + q_D + \dots|}_{\text{موادی که گرما می‌گیرند.}}$$

جاری‌شدن انرژی گرمایی

فرایند گرماده

- انتقال گرما از سامانه به محیط
- کاهش انرژی سامانه
- علامت Q منفی ($Q < 0$)
- مقدار Q سمت فراورده‌ها

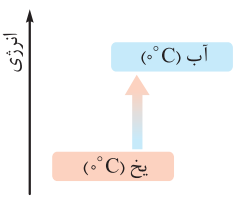
گرما + شیر ($37^\circ C$) ⟶ شیر ($60^\circ C$)



فرایند گرماگیر

- انتقال گرما از محیط به سامانه
- افزایش انرژی سامانه
- علامت Q مثبت ($Q > 0$)
- مقدار Q سمت واکنش‌دهنده‌ها

آب ($0^\circ C$) ⟶ گرما + یخ ($0^\circ C$)



نکته

جاری‌شدن انرژی گرمایی در مواردی می‌تواند بدون تغییر دما باشد. ($\Delta\theta = 0$)

به علامت $\Delta\theta$ کاری نداشته باشید.
- سامانه گرما داد ⟵ گرماده ، $Q < 0$
- سامانه گرما گرفت ⟵ گرماگیر ، $Q > 0$

- گوارش فرایندی گرماده است.

خوردن بستنی در کل گرماده
- فرایند هم‌دماشدن بستنی با بدن: گرماگیر، $Q > 0$
- فرایند گوارش و سوخت‌وساز بستنی: گرماده، $Q < 0$

گرما در واکنش‌های شیمیایی (گرماشیمی)

- ویژگی بنیادی همهٔ واکنش‌ها: دادوستد گرما با محیط پیرامون

کاربرد گرمای واکنش‌ها
- تأمین انرژی بدن: گوارش غذا
- تأمین انرژی حمل‌ونقل یا گرم‌کردن محیط: سوختن سوخت‌ها
- واکنش‌دهنده و تأمین‌کنندهٔ انرژی استخراج آهن: زغال کک

- سطح انرژی مواد با پایداری آن‌ها رابطهٔ عکس دارد:

$$\text{پایداری} \propto \frac{1}{\text{سطح انرژی}}$$

⟵ در واکنش‌های گرماگیر: واکنش‌دهنده‌ها پایدارتر از فراورده‌ها هستند: مثال:

$$\underbrace{N_2O_4(g)}_{\text{گاز بی‌رنگ}} + Q \rightarrow \underbrace{2NO_2}_{\text{گاز قهوه‌ای‌رنگ}}(g) \quad , \quad 3O_2(g) + Q \rightleftharpoons 2O_3(g)$$

انحلال آمونیوم نیترات در آب (بسته‌های گرمازا): $NH_4NO_3(s) + Q \xrightarrow{\text{در آب}} NH_4^+(aq) + NO_3^-(aq)$

فتوسنتز: $6CO_2(g) + 6H_2O(l) + Q \rightarrow C_6H_{12}O_6(s) + 6O_2(g)$

AzmonVIP

← در واکنش‌های گرماده، فراورده‌ها پایدارتر از واکنش دهنده‌ها هستند. مثال:

اکسایش گلوکز: $C_6H_{12}O_6(s)+6O_2(g) \rightarrow 6CO_2(g)+6H_2O(l)+Q$

$H_2(g)+Cl_2(g) \rightarrow 2HCl(g)+Q$, $N_2(g)+3H_2(g) \rightarrow 2NH_3(g)+Q$

همهٔ واکنش های سوختن، $N_2H_4(g)+H_2(g) \rightarrow 2NH_3(g)+Q$

انحلال کلسیم‌کلرید خشک در آب (بسته های گرمازا): $CaCl_{2(s)} \xrightarrow{\text{در آب}} Ca^{2+}(aq)+2Cl^-(g)+Q$

● با وجود تولید انرژی در واکنش اکسایش گلوکز، دمای بدن تغییر محسوس نمی‌کند.

هر ماده‌ای دو نوع انرژی دارد:

۱ انرژی گرمایی ← مجموع انرژی جنبشی ذره‌ها

۲ انرژی پتانسیل ← انرژی ناشی از نیروهای نگه‌دارندهٔ ذره‌های سازندهٔ ماده (انرژی نهفته) مثل پیوندهای شیمیایی.

انجام واکنش شیمیایی ← شکسته‌شدن پیوندهای اولیه ← تشکیل پیوندهای جدید ← تفاوت انرژی پتانسیل مواد ← مبادلهٔ گرما

«گرمای مبادله‌شده در واکنش‌های شیمیایی به طور عمده وابسته به **تفاوت انرژی پتانسیل** مواد واکنش‌دهنده و فراورده است.»

«گرمای مبادله‌شده در **دمای ثابت**، ناشی از تفاوت انرژی گرمایی در مواد واکنش‌دهنده و فراورده **نیست**.»

گرمای واکنش در دما و فشار ثابت به سه عامل وابسته است:

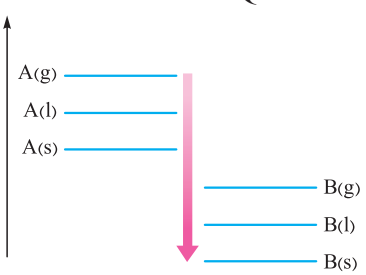
۱) نوع مواد واکنش‌دهنده و فراورده

تغییر نوع ماده ← تفاوت انرژی پتانسیل ماده ← تغییر گرمای واکنش

۲) حالت فیزیکی مواد واکنش‌دهنده و فراورده

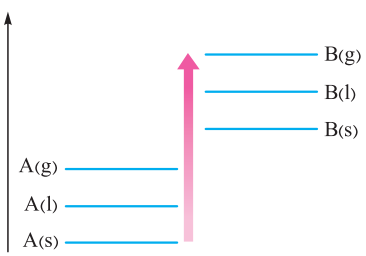
مقایسهٔ سطح انرژی: جامد < مایع < گاز

$A \rightarrow B+Q$



در فرایندهای گرماده، هر چه سطح انرژی واکنش‌دهنده‌ها بالاتر و سطح انرژی فراورده‌ها پایین‌تر باشد، گرمای آزادشده، بیشتر می‌شود.

$A+Q \rightarrow B$



در فرایندهای گرماگیر، هر چه سطح انرژی واکنش‌دهنده‌ها پایین‌تر و سطح انرژی فراورده‌ها بالاتر باشد، گرمای مصرف‌شده، بیشتر می‌شود.

نکته

تفاوت سطح انرژی یک ماده درحالت‌های مایع و گاز، بیشتر از تفاوت سطح انرژی حالت‌های جامد و مایع آن است.

← راحت‌ترین راه برای حل تست‌های مقایسه‌ای، رسم نمودار سطح انرژی مواد است.

● بررسی مقایسهٔ گرما صرفاً مقدار عددی گرما مهم است، نه علامت آن!

۳) مقدار مواد واکنش‌دهنده‌ها ← ترکیب استوکیومتری و گرمای واکنش

مثلاً گرمای حاصل از سوختن ۴ گرم متان برابر است با:

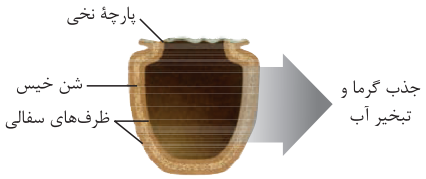
$CH_4(g)+2O_2(g) \rightarrow CO_2(g)+2H_2O(g)+890\,kJ$

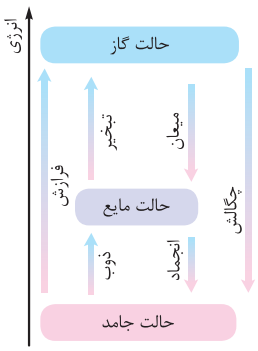
$4\,g\,CH_4 \times \frac{1\,mol\,CH_4}{16\,g\,CH_4} \times \frac{-890\,kg}{1\,mol\,CH_4} = -222/5\,kJ$

AzmonVIP

یخچال صحرایی

- دو ظرف سفالی، فضای بینشان شن خیس، درپوش نخی
- خنک‌شدن غذا بدون انرژی الکتریکی
- عملکرد: جذب گرما از فضای درونی ظرف برای تبخیر آب





- تغییر حالت فیزیکی مواد خالص با تغییر انرژی همراه است.

AzmonVIP

بهداشت

- شوینده‌ها براساس خواص اسیدی و بازی عمل می‌کنند.
- یکی از دلایل اسکان انسان در کنار رود و رودخانه: دسترسی به آب
- حفاری‌های باستان از شهر بابِل نشان می‌دهد که چند هزار سال پیش از میلاد، انسان‌ها به همراه آب از موادی شبیه به صابون‌های امروزی برای نظافت و پاکیزگی استفاده می‌کردند.
- نیاکان ما به تجربه پی بردند که اگر ظرف‌های چرب را به خاکستر آغشته کنند و سپس با آب گرم شست‌وشو دهند، آسان‌تر تمیز می‌شوند.

وبا
- بیماری واگیردار
- **راه انتقال:** آب آلوده و رعایت‌نکردن بهداشت
- **راه جلوگیری:** رعایت بهداشت فردی و همگانی

شاخص امید به زندگی

نشان می‌دهد با توجه به خطراتی که انسان‌ها در طول زندگی با آن مواجه هستند، به طور میانگین چند سال در این جهان زندگی می‌کنند.

- با گذشت زمان، بیشتر شده است.
- در کشورهای گوناگون و حتی در شهرهای یک کشور تفاوت دارد.
- در مناطق توسعه‌یافته و برخوردار در مقایسه با کم‌برخوردار بیشتر است.
- شیب افزایش آن در مناطق کم‌برخوردار بیشتر از مناطق برخوردار است.
- با گذشت زمان، میانگین امید به زندگی جهانی به نواحی برخوردار نزدیک‌تر شده است.

پاکیزگی محیط با مولکول‌ها

- آلاینده‌ها موادی هستند که بیش از مقدار طبیعی در یک محیط، نمونهٔ ماده یا یک جسم وجود دارند.
- اگر ذره‌های سازندهٔ حل‌شونده با مولکول‌های حلال جاذبه‌های مناسب برقرار کنند، حل‌شونده در حلال حل می‌شود.
- در غیر این صورت ذره‌های حل‌شونده کنار هم باقی می‌مانند و در حلال پخش نمی‌شوند.
- مواد قطبی در حلال‌های قطبی و مواد ناقطبی در حلال‌های ناقطبی حل می‌شوند.

موادی که در آب (حلال قطبی) حل می‌شوند.

مولکول‌های قطبی
- **اتیلن گلیکول (ضدیخ):** $CH_2(OH)-CH_2(OH)$، مایع، الکل دوعاملی، برقراری پیوند هیدروژنی
- **اوره:** $(NH_2)_2CO$، برقراری پیوند هیدروژنی
- **عسل:** شمار قابل توجهی گروه هیدروکسیل $(-OH)$، برقراری پیوند هیدروژنی

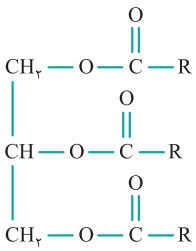
اکثر ترکیب‌های یونی ← برقراری جاذبه‌های یون ـ دوقطبی

به‌جز رسوب‌ها: $AgCl$، $Mg(OH)_2$، $Fe(OH)_2$، $Fe(OH)_3$، Fe_2O_3، $BaSO_4$، $Ca_3(PO_4)_2$، $CaCO_3$، $(RCOO)_2Ca$ و $(RCOO)_2Mg$

AzmonVIP

موادی که در حلال‌های ناقطبی (هگزان) حل می‌شوند.

- **مولکول‌های ناقطبی:** گشتاور دوقطبی آن‌ها حدود صفر است.
  - هیدروکربن‌ها مثل بنزین (C_8H_{18})، وازلین ($C_{25}H_{52}$) و ...
- **ترکیب‌های دوبخشی با بخش ناقطبی بزرگ‌تر:** گشتاور دوقطبی در سرتاسر آن صفر نیست.
  - روغن زیتون ($C_{57}H_{104}O_6$)
  - چربی‌ها
    - استرهای بلندزنجیر (با جرم مولی زیاد)
    - **اسیدهای چرب:** کربوکسیلیک‌اسیدهایی با زنجیر بلند کربنی ($RCOOH$)



چربی‌ها

چربی‌ها مخلوطی از اسیدهای چرب و استرهای بلندزنجیر هستند.

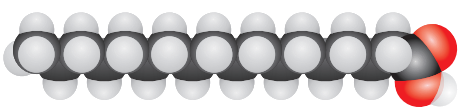
الف) اسیدهای چرب: مثل $C_{17}H_{35}COOH$:

فرمول: $R-COOH \rightarrow C_nH_{2n+1}COOH$

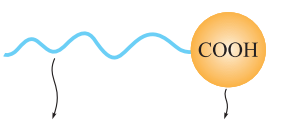
زنجیر بلند هیدروکربنی $\rightarrow C_nH_{2n+1}$[1]

فرمول ساختاری:

مدل فضاپرکن:

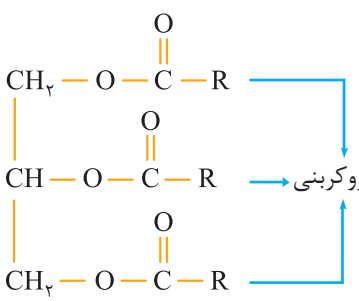


الگو:



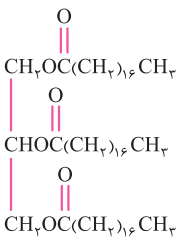
ب) استرهای بلند زنجیر: مثل $C_{57}H_{110}O_6$

فرمول:

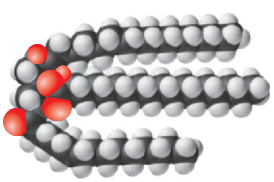


$= R(C_nH_{2n+1})$ زنجیر بلند هیدروکربنی[1]

فرمول ساختاری:



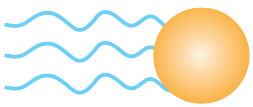
مدل فضاپرکن:



۱- در صورتی که R، سیرنشده باشد، به ازای هر پیوند دوگانه یا هر حلقه، ۲ اتم هیدروژن و به ازای هر پیوند سه‌گانه، ۴ اتم هیدروژن، از آلکیل هم‌کربن کم‌تر خواهد شد.

AzmonVIP

الگو:



بخش ناقطبی — بخش قطبی

کل ناقطبی

نیروی بین مولکولی :وان‌درواسی

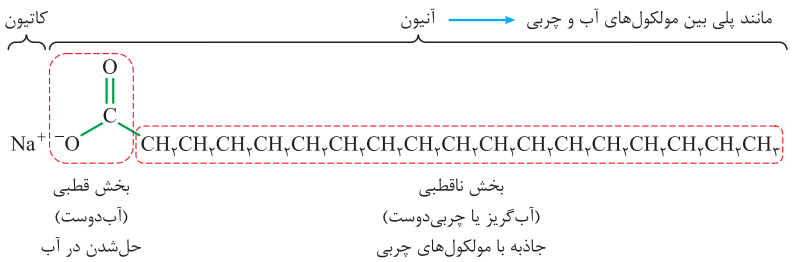
صابون

به نمک اسیدهای چرب، صابون می‌گویند.

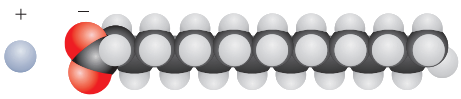
فرمول: $R-COO^- Na^+ \rightarrow C_nH_{2n+1}COO^- Na^+$ مثل: $C_{17}H_{35}COONa$

زنجیر بلند هیدروکربنی $\rightarrow C_nH_{2n+1}$

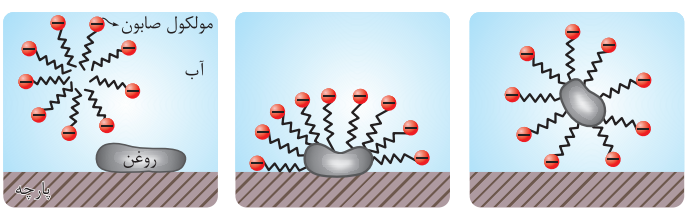
فرمول ساختاری:



مدل فضاپرکن:



- صابون جامد را می‌توان نمک سدیم اسید چرب دانست.
- صابون جامد را از گرم‌کردن مخلوط روغن‌های گوناگون یا چربی مانند روغن زیتون، نارگیل و پیه با سدیم‌هیدروکسید تهیه می‌کنند.
- صابون‌های مایع، نمک پتاسیم یا آمونیوم اسیدهای چرب هستند.
- صابون ماده‌ای است که هم در آب و هم در چربی پخش می‌شود.



مراحل پاک‌شدن یک لکهٔ چربی یا روغنی با صابون

پیوند با زندگی (انواع مخلوط‌ها)

در این‌جا، سه دسته از مخلوط‌ها را بررسی می‌کنیم:

۱ محلول

- **ذره‌های سازنده:** یون‌ها و مولکول‌ها (بسیار ریز)
- **همگن یا ناهمگن:** همگن است.
- **پایدار:** ته‌نشین نمی‌شود.
- **نور را پخش نمی‌کند:** مسیر عبور نور در آن مشخص نیست.
- **نمونه:** آب‌نمک، محلول مس (II) سولفات ($CuSO_4$)

AzmonVIP

۲ سوسپانسیون

- **ذره‌های سازنده:** ذره‌های ریز ماده (بزرگ)
- **همگن یا ناهمگن:** ناهمگن است.
- **ناپایدار:** ته‌نشین می‌شوند.
- **نور را پخش می‌کند:** مسیر عبور نور در آن مشخص است. به دلیل درشت‌بودن ذره‌ها.
- **نمونه:** شربت معده، شربت خاکشیر

۳ کلوئید

- **ذره‌های سازنده:** توده‌های مولکولی با اندازه‌های متفاوت (بین محلول و سوسپانسیون).
- **همگن یا ناهمگن:** ناهمگن، البته به ظاهر همگن ← شبیه سوسپانسیون
- **پایدار:** ته‌نشین نمی‌شود ← شبیه محلول
- **نور را پخش می‌کند:** مسیر عبور نور در آن مشخص است. به دلیل درشت‌بودن ذره‌ها ← شبیه سوسپانسیون
- **نمونه:** مخلوط آب و روغن و صابون، شیر، ژله، سس مایونز، رنگ

رفتار کلوئیدها را می‌توان رفتاری بین سوسپانسیون‌ها و محلول‌ها در نظر گرفت.

قدرت پاک‌کنندگی صابون‌ها

قدرت پاک‌کنندگی صابون به ۵ عامل بستگی دارد.

۱ **مقدار صابون:** هر چه بیشتر، قدرت پاک‌کنندگی بیشتر

۲ **نوع صابون:** صابون آنزیم‌دار، قدرت پاک‌کنندگی بیشتر

۳ **دما:** هر چه بیشتر، قدرت پاک‌کنندگی بیشتر

۴ نوع **پارچه:** قدرت پاک‌کنندگی لکه‌ها از روی پارچهٔ نخی نسبت به پارچه‌های پلی‌استری بیشتر ← میزان چسبندگی لکه‌های چربی روی پارچهٔ پلی‌استری بیشتر است.

۵ **نوع آب:** در آب سخت، قدرت پاک‌کنندگی صابون کم‌تر است.

← آب سخت، مقادیر چشم‌گیری از یون‌های کلسیم (Ca^{2+}) و منیزیم (Mg^{2+}) دارد؛ مثل آب دریا و مناطق کویری (شور).

← صابون در این آب‌ها به خوبی کف نمی‌کند.

← صابون با یون‌های موجود در آب سخت رسوب تشکیل می‌دهد.

$$2RCOONa(aq) + Mg^{2+}(aq) \rightarrow (RCOO)_2Mg(s) + 2Na^{+}(aq)$$

$$2RCOONa(aq) + Ca^{2+}(aq) \rightarrow (RCOO)_2Ca(s) + 2Na^{+}(aq)$$

← لکه‌های سفیدی که پس از شستن لباس با صابون روی آن‌ها بر جای می‌ماند، نشانه‌ای از تشکیل چنین رسوب‌هایی است.

در جست‌وجوی پاک‌کننده‌های جدید

مشکلات صابون

- افزایش جهانی تقاضای صابون و در دسترس‌نبودن چربی به اندازهٔ کافی برای تولید انبوه صابون
- به خوبی عمل‌نکردن صابون در سفرهای دریایی و صنایعی که با آب شور کار می‌کنند.

AzmonVIP

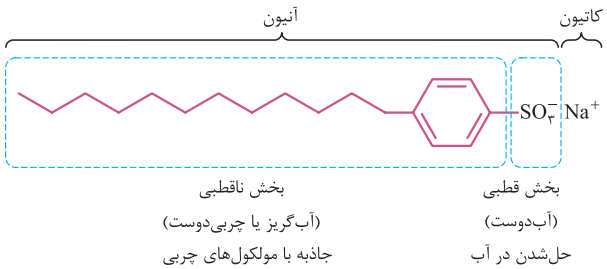
پاک‌کننده‌های غیرصابونی

فرمول: $R-C_6H_4-SO_3^-Na^+$: (مثل $C_nH_{2n+1}C_6H_4SO_3^-Na^+$) $CH_3(CH_2)_{11}$ — $SO_3^-Na^+$

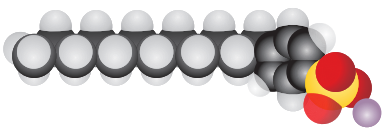
R: زنجیر بلند هیدروکربنی C_nH_{2n+1}[1]

حلقهٔ بنزن

فرمول ساختاری:



مدل فضاپرکن:



- ساخته‌شده از بنزن و دیگر مواد اولیه در صنایع پتروشیمی
- ساختاری شبیه صابون، با قدرت پاک‌کنندگی بیشتر
- در آب سخت نیز خاصیت پاک‌کنندگی خود را حفظ می‌کنند، زیرا با یون‌های موجود در این آب‌ها رسوب نمی‌دهند.

پیوند با صنعت

صابون مراغه

- **صابون طبیعی**: تهیه‌شده از پیه گوسفند و سود سوزآور
- افزودنی شیمیایی ندارد و به دلیل خاصیت بازی مناسب برای موهای چرب استفاده می‌شود.

- از نوعی صابون سنتی در تنور نان سنگک برای چرب‌کردن سطح سنگ‌ها استفاده می‌شود.

صابون گوگرددار: مناسب برای از بین بردن جوش صورت و قارچ‌های پوستی

صابون کلردار: خاصیت ضدعفونی‌کننده و میکروب‌کش.

مواد شوینده با نمک‌های فسفات: افزایش قدرت پاک‌کنندگی ← نمک‌های فسفات با یون‌های کلسیم و منیزیم موجود در آب‌های سخت واکنش می‌دهند و از تشکیل رسوب و ایجاد لکهٔ صابون جلوگیری می‌کنند.

- هر چه شوینده‌ای مواد شیمیایی بیشتری داشته باشد، احتمال ایجاد عوارض جانبی آن بیشتر خواهد بود.

پاک‌کننده‌های خورنده

- صابون و پاک‌کنندهٔ غیرصابونی ← عملکرد: برهم‌کنش میان ذره‌ها

پاک‌کنندهٔ خورنده ← عملکرد

- برهم‌کنش میان ذره‌ها
- واکنش با آلاینده‌ها

۱- در صورتی که R، سیرنشده باشد، به ازای هر پیوند دوگانه یا حلقه، ۲ اتم هیدروژن و به ازای هر پیوند سه‌گانه، ۴ اتم هیدروژن از آلکیل هم‌کربن کم‌تر خواهد شد.

AzmonVIP

- رسوب تشکیل‌شده بر روی دیوارهٔ کتری، لوله‌ها، آب‌راه‌ها و دیگ‌های بخار با صابون و پاک‌کننده‌های غیرصابونی زدوده نمی‌شوند.
  - پاک‌کننده‌های خورنده با این رسوب‌ها واکنش می‌دهند. فراورده‌های آن‌ها با آب شسته می‌شوند.
  - از نظر شیمیایی فعال‌اند و خاصیت خورندگی دارند؛ به همین دلیل نباید با پوست تماس داشته باشند.
  - مثل هیدروکلریک‌اسید (جوهرنمک) (HCl)، سدیم‌هیدروکسید (سود سوزآور) و سفیدکننده‌ها.
- نوعی پاک‌کننده که به شکل پودر عرضه می‌شود، شامل مخلوط سدیم‌هیدروکسید و پودر آلومینیم است.
  - برای بازکردن مجاری مسدودشده در برخی وسایل و دستگاه‌های صنعتی استفاده می‌شود.

فراورده‌های دیگر + گاز هیدروژن ← آب + مخلوط آلومینیم و سدیم هیدروکسید

  - پودربودن باعث افزایش سطح تماس و افزایش سرعت واکنش می‌شود.
  - رسوب و چربی‌های جمع‌شده، با انجام واکنش به فراورده‌هایی تبدیل می‌شوند که با آب شسته می‌شود.
  - واکنش گرماده است $(\Delta H < 0)$ و با افزایش دما سرعت واکنش افزایش یافته و قدرت پاک‌کنندگی افزایش می‌یابد. هم‌چنین، گرمای آزادشده می‌تواند سبب ذوب‌شدن چربی‌ها شود.
  - گاز هیدروژن تولیدشده $(H_2(g))$، به رسوب‌ها ضربه وارد می‌کند و قدرت پاک‌کنندگی افزایش می‌یابد.

اسیدی یا بازی بودن برخی پاک‌کننده‌ها با تغییر رنگ کاغذ pH

محلول جوهرنمک (اسیدی‌تر)

محلول سود (بازی‌تر)

صابون (بازی)

سرکهٔ سفید (اسیدی)

- به طور کلی، کاغذ pH در محلول‌های اسیدی به رنگ سرخ و در محلول‌های بازی، به رنگ آبی درمی‌آید.

AzmonVIP