٤ اعداد کوانتومی و آرایش الکترونی

(صفحهٔ ۲۷ تا ۳٤)

عدد کوانتومی اصلی(n)

- نمایانگر شماره لایهٔ الکترونی
- مقادیر مجاز: $n=1,2,3,...$
- هرچه مقدار n بزرگتر باشد، فاصله لایه از هسته بیشتر است.
- با افزایش مقدار n، انرژی الکترون موجود در آن بیشتر می‌شود.
- هر لایه شامل n زیرلایه است.مثلاً لایهٔ سوم، ۳ زیرلایه دارد.
- گنجایش لایهٔ nام برای الکترون: $2n^2$

عدد کوانتومی فرعی(l)

- نمایانگر نوع زیرلایه(s یا p,d,f)
- مقادیر مجاز: $l=0,1,2,3,...$ (s p d f)
- حداکثر مقدار l: $(n-1)$
- با افزایش مقدار l، انرژی زیرلایه بیشتر می‌شود.
- حداکثر تعداد الکترون هر زیرلایه(گنجایش): $2(2l+1)$

مقایسهٔ سطح انرژی دو زیرلایه

- انرژی زیرلایه «nl» با مقدار n و نیز با مقدار l، رابطه مستقیم دارد.
- از هر دو زیرلایه، آن که مقدار «n+l» کم‌تری دارد، انرژی کم‌تری دارد.
- از دو زیرلایه، با «n+l» یکسان، زیرلایهٔ دارای n کوچکتر، انرژی کم‌تری دارد.

آنالیز چند لایهٔ الکترونی

لایهٔ اول	لایهٔ دوم	لایهٔ سوم	لایهٔ چهارم
n=۱	n=۲	n=۳	n=۴
شامل یک زیرلایه: ۱s	شامل دو زیرلایه: ۲s,۲p	شامل سه زیرلایه: ۳s,۳p,۳d	شامل چهار زیرلایه: ۴s,۴p,۴d,۴f
گنجایش: ۲الکترون	گنجایش: ۸ الکترون	گنجایش: ۱۸الکترون	گنجایش:۳۲ الکترون

آرایش الکترونی

■ **قاعدهٔ آفبا: ترتیب پرشدن زیرلایه‌ها از الکترون**

- در دوره۱ جدول تناوبی پر می‌شود. ۱s
- در دوره۲ جدول تناوبی پر می‌شوند. ۲s → ۲p
- در دوره۳ جدول تناوبی پر می‌شوند. ۳s → ۳p
- در دوره۴ جدول تناوبی پر می‌شوند. ۴s → ۳d → ۴p
- در دوره۵ جدول تناوبی پر می‌شوند. ۵s → ۴d → ۵p
- در دوره۶ جدول تناوبی پر می‌شوند. ۶s → ۴f → ۵d → ۶p
- در دوره۷ جدول تناوبی پر می‌شوند. ۷s → ۵f → ۶d → ۷p

■ نکات قابل استنباط از آرایش الکترونی:

دستهٔ عنصر (مثال ۱ تا ۴):

۱) $_{۲۰}A:[_{۱۸}Ar]۴s^{۲}$ دستهٔ s

۲) $_{۴۳}B:[_{۳۶}Kr]۵s^{۲}۴d^{۵}$ دستهٔ d

۳) $_{۳۵}D:[_{۱۸}Ar]۴s^{۲}۳d^{۱۰}۴p^{۵}$ دستهٔ p

۴) $_{۶۳}E:[_{۵۴}Xe]۶s^{۲}۴f^{۷}$ دستهٔ f

اصلی یا واسطه‌بودن عنصر (مثال ۵ و ۶):

۵) $_{۵۰}G:[_{۳۶}Kr]۵s^{۲}۴d^{۱۰}۵p^{۲}$ (عنصر اصلی)

۶) $_{۲۸}H:[_{۱۸}Ar]۴s^{۲}۳d^{۸}$ (عنصر واسطه)

لایهٔ ظرفیت (مثال‌های ۷ تا ۹):

۷) $_{۳۸}I:[_{۳۶}Kr]۵s^{۲}$ ⇒ ۲ الکترون ظرفیتی ؛ لایهٔ ظرفیت: $۵s^{۲}$

۸) $_{۳۴}J:[_{۱۸}Ar]۴s^{۲}۳d^{۱۰}۴p^{۴}$ ⇒ ۶ الکترون ظرفیتی ؛ لایهٔ ظرفیت: $۴s^{۲}\,۴p^{۴}$

۹) $_{۲۶}K:[_{۱۸}Ar]۴s^{۲}۳d^{۶}$ ⇒ ۸ الکترون ظرفیتی ؛ لایهٔ ظرفیت: $۴s^{۲}\,۳d^{۶}$

تعیین شمارهٔ دوره (مثال‌های ۱۰ و ۱۱):

۱۰) $_{۴۱}L:[_{۳۶}Kr]۵s^{۲}۴d^{۳}$ (دورهٔ ۵)

۱۱) $_{۳۱}M:[_{۱۸}Ar]۴s^{۲}۳d^{۱۰}۴p^{۱}$ (دورهٔ ۴)

تعیین شمارهٔ گروه (مثال‌های ۱۲ تا ۱۵):

۱۲) $_{۵۵}N:[_{۵۴}Xe]۶s^{۱}$ (گروه ۱)

۱۳) $_{۵۱}O:[_{۳۶}Kr]۵s^{۲}۴d^{۱۰}۵p^{۳}$ (گروه ۱۵)

۱۴) $_{۲۴}P:[_{۱۸}Ar]۴s^{۱}۳d^{۵}$ (گروه ۶)

۱۵) $_{۶۵}Q:[_{۵۴}Xe]۶s^{۲}۴f^{۹}$ (گروه ۳)

آزمون عبارات قسمت چهارم

درستی یا نادرستی هریک از عبارات زیر را مشخص کنید: (شامل ۱۰ عبارت نادرست)

+ با توجه به عدد اتمی عنصر $A_{۳۴}$:

۱ آرایش الکترونی آن به $۴p^{۴}$ ختم می‌شود. ✗ ✓

۲ آخرین لایهٔ الکترونی آن، ۶ الکترون دارد. ✗ ✓

۳ در دورهٔ چهارم و گروه ۱۶ جدول دوره‌ای قرار دارد. ✗ ✓

۴ دارای ۸ الکترون با عدد کوانتومی فرعی $l=۰$ است. ✗ ✓

۵ دارای ۲۲ الکترون با عدد کوانتومی $l=۱$ است. ✗ ✓

۶ عنصری از دستهٔ p بوده و ۴ الکترون ظرفیتی دارد. ✗ ✓

۷ با عنصر $_{۵۰}B$ هم‌گروه است. ✗ ✓

۸ سه لایهٔ الکترونی در اتم آن، پر شده است. ✗ ✓

۹ تعداد الکترون ظرفیتی آن با $_{۲۶}E$ یکسان است. ✗ ✓

۱۰ اتم آن ۱۸ الکترون با عدد کوانتومی اصلی $n=۳$ دارد. ✗ ✓

+ با توجه به عدد اتمی عنصر $D_{۲۹}$:

۱۱ اتم آن ۸ الکترون با عدد کوانتومی فرعی $l=۰$ دارد. ✗ ✓

۱۲ تعداد الکترون در لایهٔ الکترونی سوم آن و اتم $_{۳۰}X$ یکسان است. ✗ ✓

۱۳ در آخرین زیرلایهٔ اتم آن، ۱۰ الکترون وجود دارد. ✗ ✓

۱۴ با عنصر $_{۴۶}G$ در جدول دوره‌ای، هم‌گروه است. ✗ ✓

۱۵ تعداد الکترون آن با عدد کوانتومی فرعی $l=۱$، دو برابر تعداد الکترون ظرفیتی $_{۵۲}M$ است. ✗ ✓

۱۶ تعداد الکترون ظرفیتی $_{۲۶}X$، دو برابر تعداد الکترون ظرفیتی $_{۳۱}Y$ است. ✗ ✓

۱۷ تعداد الکترون واقع در آخرین زیرلایهٔ عنصرهای $_{۲۴}Z$ و $_{۴۹}T$ با هم برابر است. ✗ ✓

۱۸ مجموع عددهای کوانتومی اصلی الکترون‌های ظرفیتی $_{۳۳}L$ برابر ۱۲ است. ✗ ✓

۱۹ مجموع عددهای کوانتومی فرعی الکترون‌های ظرفیتی $_{۲۴}V$ برابر ۱۰ است. ✗ ✓

۲۰ همهٔ عنصرهای $_{۴۳}N$، $_{۷۵}J$، $_{۳۹}U$ و $_{۴۹}P$ در دستهٔ d قرار دارند. ✗ ✓

پاسخ آزمون عبارات قسمت چهارم

شمارهٔ عبارت‌های نادرست: «۵»، «۶»، «۷»، «۹»، «۱۱»، «۱۳»، «۱۴»، «۱۶»، «۱۸» و «۲۰»

توضیح تعدادی از عبارت‌ها:

۱. درست/ آرایش الکترونی فشردهٔ $_{۳۴}A$: $_{۳۴}A:[_{۱۸}Ar]۴s^۲۳d^{۱۰}۴p^۴$

۲. درست/ آخرین لایهٔ الکترونی $_{۳۴}A$: $۴s^۲۴p^۴$

۴. درست/ الکترون‌های موجود در زیرلایهٔ s دارای $l=۰$ هستند: $\underbrace{۱s^۲۲s^۲۳s^۲۴s^۲}_{l=۰} \Rightarrow ۸e^-$

۵. نادرست/ الکترون‌های موجود در زیرلایهٔ p دارای $l=۱$ هستند: $\underbrace{۲p^۶۳p^۶۴p^۴}_{l=۱} \Rightarrow ۱۶e^-$

۶. نادرست/ این عنصر از دستهٔ p بوده و ۶ الکترون ظرفیتی دارد: $۴s^۲۴p^۴$

۷. نادرست/ $_{۳۴}A$ در گروه ۱۶ قرار دارد، در حالی که $_{۵۰}B$ به گروه ۱۴ تعلق دارد.

$_{۳۴}A$: شمارهٔ گروه $= ۱۸-(۳۶-۳۴)=۱۶$

$_{۵۰}B$: شمارهٔ گروه $= ۱۸-(۵۴-۵۰)=۱۴$

۸. درست/ لایه‌های الکترونی اول تا سوم در اتم $_{۳۴}A$ پر است. امّا لایهٔ چهارم هنوز پر نشده، زیرا لایهٔ چهارم شامل زیرلایه‌های ۴s، ۴p، ۴d و ۴f است و در اتم A، فقط ۴s پر است و ۴p اشغال شده امّا هنوز پر نشده است. ۴d و ۴f هم که هر دو خالی‌اند.

۹. نادرست/ اتم $_{۳۴}A$ به گروه ۱۶ تعلق دارد، پس ۶ الکترون ظرفیتی دارد.

اتم $_{۲۶}E$ به گروه ۸ تعلق دارد، پس ۸ الکترون ظرفیتی دارد. $_{۲۶}E$: شمارهٔ گروه $= ۱۸-(۳۶-۲۶)=۸$

۱۰. درست/ الکترون‌های $_{۳۴}A$ با عدد کوانتومی اصلی $n=۳$: $\underbrace{۳s^۲۳p^۶۳d^{۱۰}}_{۱۸e^-}$

۱۱. نادرست/ آرایش الکترونی فشردهٔ $_{۲۹}D$: $_{۲۹}D:[_{۱۸}Ar]۳d^{۱۰}۴s^۱$

پس $_{۲۹}D$ دارای ۷ الکترون با عدد کوانتومی $l=۰$ است: $\underbrace{۱s^۲۲s^۲۳s^۲۴s^۱}_{۷e^-}$

۱۲. درست/ لایهٔ الکترونی سوم $_{۲۹}D$ دارای ۱۸ الکترون است: $۳s^۲۳p^۶۳d^{۱۰}$

لایهٔ الکترونی سوم $_{۳۰}X$ هم همینطور: $_{۳۰}X:[_{۱۸}Ar]۴s^۲۳d^{۱۰} \Rightarrow$ لایهٔ سوم: $\underbrace{۳s^۲۳p^۶۳d^{۱۰}}_{۱۸e^-}$

۱۳. نادرست/ آخرین زیرلایهٔ اتم $_{۲۹}D$، $۴s^۱$ شامل یک الکترون است.

۱۴. نادرست/ عنصر $_{۲۹}D$ در گروه ۱۱ و $_{۴۶}G$ در گروه ۱۰ جدول دوره‌ای قرار دارد.

$_{۲۹}D$: شمارهٔ گروه $= ۱۸-(۳۶-۲۹)=۱۱$

$_{۴۶}D$: شمارهٔ گروه $= ۱۸-(۵۴-۴۶)=۱۰$

نکته صرف‌نظر از عنصرهای دستهٔ f، هرگز دو عنصر که عدد اتمی یکی زوج و دیگری فرد است، ممکن نیست در جدول دوره‌ای هم‌گروه باشند.

۱۵. درست/ اتم $_{۲۹}D$ دارای ۱۲ الکترون با عدد کوانتومی فرعی $l=۱$ (یعنی در زیرلایهٔ p) است:

$۲p^۶۳p^۶ \Rightarrow l=۱$ با ۱۲ الکترون

$_{۵۲}M$ به گروه ۱۶ تعلق دارد، بنابراین، ۶ الکترون ظرفیتی دارد.

$_{۵۲}M$: شمارهٔ گروه $= ۱۸ - (۵۴ - ۵۲) = ۱۶$

عدد ۱۲ دو برابر عدد ۶ است.

۱۶. نادرست/ با توجه به شمارهٔ گروه $_{۲۶}X$ و $_{۳۱}Y$ تعداد الکترون ظرفیتی هر کدام را حساب می‌کنیم:

$_{۲۶}X \Rightarrow$ شمارهٔ گروه $= ۱۸ - (۳۶ - ۲۶) = ۸ \Rightarrow ۸$ الکترون ظرفیتی

$_{۳۱}Y \Rightarrow$ شمارهٔ گروه $= ۱۸ - (۳۶ - ۳۱) = ۱۳ \Rightarrow ۳$ الکترون ظرفیتی

۸ دو برابر ۳ نیست که!

۱۷. درست/ تعداد الکترون در آخرین زیرلایه از روی شمارهٔ گروه قابل تعیین است:

$_{۲۴}Z \rightarrow$ شمارهٔ گروه $= ۱۸ - (۳۶ - ۲۴) = ۶ \Rightarrow ۴s^{۱}۳d^{۵} \rightarrow$ آخرین زیرلایه: $۴s^{۱}$

$_{۴۹}T \rightarrow$ شمارهٔ گروه $= ۱۸ - (۵۴ - ۴۹) = ۱۳ \Rightarrow ۵s^{۲}۵p^{۱} \rightarrow$ آخرین زیرلایه: $۵p^{۱}$

۱۸. نادرست/ $_{۳۳}L$ به گروه ۱۵ تعلق دارد: $_{۳۳}L \Rightarrow$ شمارهٔ گروه $= ۱۸ - (۳۶ - ۳۳) = ۱۵$

پس ۵ الکترون ظرفیتی دارد، به این صورت: $۴s^{۲}۴p^{۳}$

$\Rightarrow$ مجموع عددهای کوانتومی اصلی الکترون‌های ظرفیتی $= ۵ \times ۴ = ۲۰$

۱۹. درست/ دقیقاً!

$_{۲۴}V \Rightarrow$ لایهٔ ظرفیت: $۴s^{۱}۳d^{۵}$

$\Rightarrow$ مجموع عددهای کوانتومی فرعی الکترون‌های ظرفیتی $= (۵ \times ۲) + (۱ \times ۰) = ۱۰$

۲۰. نادرست/ دستهٔ d شامل گروه‌های ۳ تا ۱۲ است.

$_{۴۳}N \Rightarrow$ شمارهٔ گروه $= ۱۸ - (۵۴ - ۴۳) = ۷ \Rightarrow$ دستهٔ d

$_{۷۵}J \Rightarrow$ شمارهٔ گروه $= ۱۸ - (۸۶ - ۷۵) = ۷ \Rightarrow$ دستهٔ d

$_{۳۹}U \Rightarrow$ شمارهٔ گروه $= ۱۸ - (۵۴ - ۳۹) = ۳ \Rightarrow$ دستهٔ d

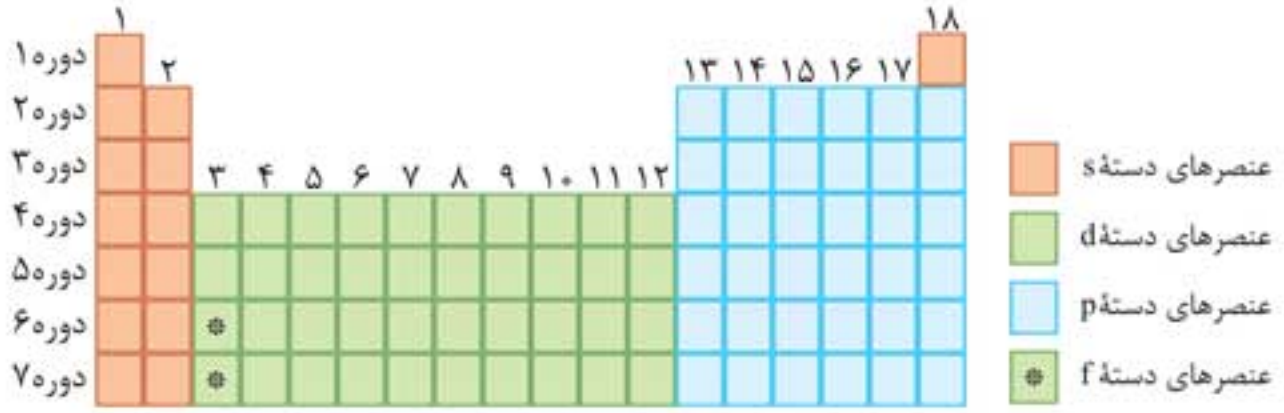
$_{۴۹}P \Rightarrow$ شمارهٔ گروه $= ۱۸ - (۵۴ - ۴۹) = ۱۳ \Rightarrow$ دستهٔ p

۵ جدول دوره‌ای و رابطهٔ آرایش الکترونی عنصرها با آن

■ **برخی مشخصات جدول دوره‌ای عنصرها:**

✓ جدول دوره‌ای عناصر شامل ۷ دوره و ۱۸ گروه است.

✓ عنصرهای جدول دوره‌ای به چهار دستهٔ s، p، d و f تقسیم‌بندی می‌شوند.



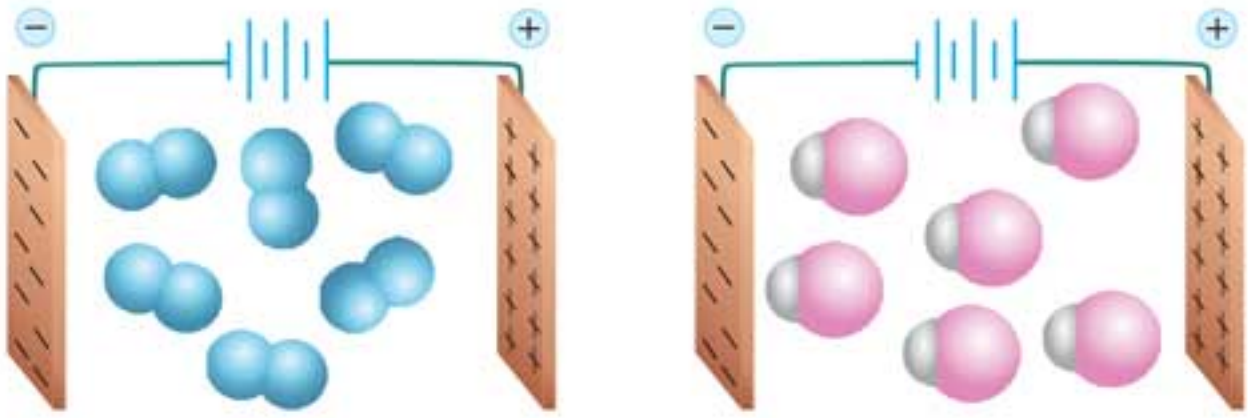
✓ تمام عنصرهای واقع در گروه‌های ۱ و ۲ به دستهٔ s تعلق دارند.

✓ اولین عنصر گروه ۱۸ (یعنی $_{۲}He$) نیز به دستهٔ s تعلق دارد.

✓ عنصرهای دستهٔ d در گروه‌های ۳ تا ۱۲ جدول قرار گرفته‌اند.

✓ عنصرهای دستهٔ p در گروه‌های ۱۳ تا ۱۸ جدول قرار گرفته‌اند.

شکل زیر نحوهٔ جهت‌گیری مولکول‌های F_2 و HCl را در میدان الکتریکی نشان می‌دهد:



مولکول‌های HCl، دارای جهت‌گیری — مولکول‌های F_2، فاقد جهت‌گیری

■ **نحوهٔ تشخیص قطبی‌بودن یا نبودن مولکول‌های معدنی و مولکول‌های آلی ساده:**

- مولکول‌ها
  - دو اتمی
    - دارای دو اتم یکسان مانند: N_2، Br_2 و O_2 ⇐ ناقطبی
    - دارای دو اتم غیر یکسان مانند: HCl ، NO و CO ⇐ قطبی
  - دارای بیش از دو اتم
    - اتم‌های اطراف اتم مرکزی یکسان نیستند مانند: $CHCl_3$ ⇐ قطبی
    - اتم‌های اطراف اتم مرکزی، همگی یکسانند.
      - اتم مرکزی الکترون ناپیوندی دارد. مانند: $\ddot{S}O_2$ ⇐ قطبی
      - اتم مرکزی الکترون ناپیوندی ندارد. مانند: CO_2 ⇐ ناقطبی

■ **نحوهٔ تشخیص قطبی‌بودن یا نبودن مولکول‌های آلی غیرساده:**

✓ همهٔ آلکان‌ها و سایر هیدروکربن‌هایی که قطبیت آن‌ها مورد سؤال قرار می‌گیرد، حداقل در کنکور، ناقطبی بوده و یا قطبیت ناچیزی داشته و در عمل، ناقطبی به شمار می‌آیند. مانند هگزان، وازلین، بنزن، پروپین و نفتالن.

✓ ترکیب‌های آلی اکسیژن‌دار و یا نیتروژن‌دار، در صورتی که تعداد کربن در مولکول آن‌ها،زیاد نباشد، قطبی‌اند. مانند اتانول، استون،اتانوییک‌اسید و اتیل آمین.

✓ ترکیب‌های آلی اکسیژن‌دار و یا نیتروژن‌دار که تعداد کربن آن‌ها خیلی بیشتر از تعداد اکسیژن یا نیتروژن آن‌هاست، ناقطبی‌اند. مانند: ویتامین A ، ویتامین D و ویتامین K

■ **گشتاور دو قطبی (μ):** برای اندازه‌گیری میزان قطبیت مولکول‌ها از کمیتی به نام گشتاور دو قطبی استفاده می‌شود که آن را با یکای دبای (D) گزارش می‌کنند.

✓ در مولکول‌های ناقطبی که میدان الکتریکی بر آن‌ها اثر ندارد، گشتاور دو قطبی برابر صفر است. برای نمونه، گشتاور دو قطبی مولکول‌های O_2، CO_2 و CH_4 برابر صفر است.

✓ در مولکول‌های قطبی:

هرچه میزان قطبیت بیشتر ← گشتاور دو قطبی بیشتر

نیروهای جاذبهٔ بین مولکولی

■ به برهم‌کنش‌های میان مولکول‌های سازندهٔ یک ماده، نیروهای بین مولکولی می‌گویند.

به طور کلی نیروهای بین مولکولی به دو دسته تقسیم می‌شوند: ۱) نیروهای وان‌درووالس ۲) پیوند هیدروژنی

❶ **نیروهای وان‌درووالس:** به جز پیوندهای هیدروژنی، به سایر نیروهای جاذبهٔ بین مولکولی، نیروهای وان‌درووالس می‌گویند.

این نیروها، به طور عمده، به دو عامل جرم مولی و قطبیت مولکول‌ها وابسته است.

آ) جرم مولی: هرچه جرم مولکول بیشتر ← نیروهای وان‌درووالس بین مولکول‌ها قوی‌تر.

مقایسهٔ نیروی وان‌درووالس	F_2	<	Cl_2	<	Br_2	<	I_2
جرم مولی ($g.mol^{-1}$)	۳۸		۷۱		۱۶۰		۲۵۴

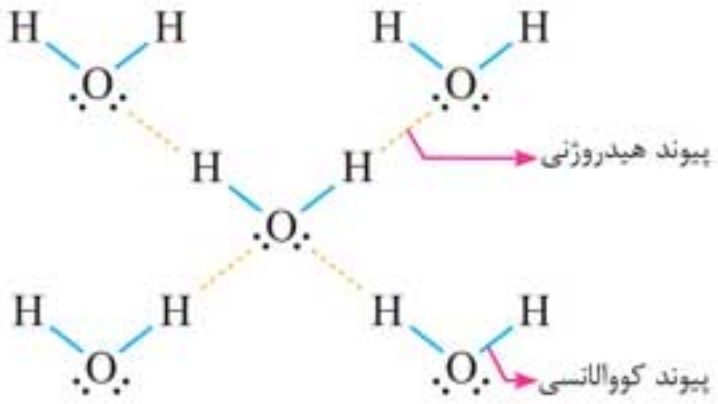
ب) قطبیت مولکول: در ترکیب‌های مولکولی با جرم مولی نزدیک به هم، نیروی بین مولکول‌های قطبی قوی‌تر از نیروی بین مولکول‌های ناقطبی است.

مقایسهٔ نیروی وان‌درووالس	N_2	<	CO	HCl	>	F_2
جرم مولی ($g.mol^{-1}$)	۲۸		۲۸	۳۶/۵		۳۸
قطبیت	ناقطبی		قطبی	قطبی		ناقطبی

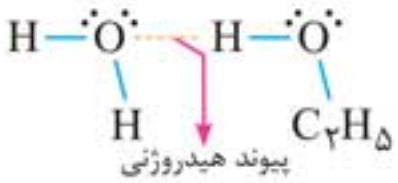
توجه هرچه نیروی جاذبهٔ بین مولکول‌های یک ماده، قوی‌تر باشد، نقطهٔ جوش آن بالاتر است.

۲ پیوند هیدروژنی: نیروی جاذبه بین مولکولی قوی‌تری نسبت به نیروی وان‌درووالس است که بین اتم‌های F، O و N از یک مولکول و اتم هیدروژن متصل به F، O و N از مولکول دیگر، برقرار می شود.

نمایش پیوند هیدروژنی بین مولکول‌های آب:



نمایش پیوند هیدروژنی بین مولکول‌های آب و اتانول:



توجه پیوند هیدروژنی بسیار ضعیف‌تر از پیوند کووالانسی است؛ اما در مولکول‌های دارای جرم مولی نزدیک به هم، از نیروی وان‌درووالس قوی‌تر است.

✓ با در نظر گرفتن انواع نیروهای جاذبهٔ بین مولکولی و عوامل مؤثر بر این نیروها، برای مقایسهٔ نقطهٔ جوش ترکیب‌های مولکولی به ترتیب زیر عمل می‌کنیم:

۱ ابتدا نوع نیروی جاذبهٔ بین مولکولی را تعیین می‌کنیم. اغلب، ترکیبی که پیوند هیدروژنی دارد، نقطهٔ جوش بالاتری دارد.

مقایسه نقطهٔ جوش	$H_2O > H_2S$			$HF > HCl$		$NH_3 > AsH_3$	
پیوند هیدروژنی	دارد	ندارد		دارد	ندارد	دارد	ندارد

۲ در ترکیب‌هایی که نیروی جاذبهٔ بین مولکولی تنها از نوع وان‌درووالس باشد، دو حالت داریم:

حالت اول	حالت دوم
جرم مولی دو ترکیب به هم نزدیک باشد	جرم مولی دو ترکیب تفاوت زیادی دارد
↓	↓
ترکیب قطبی، نقطهٔ جوش بالاتری دارد	ترکیب با جرم مولی بیشتر نقطهٔ جوش بالاتری دارد
↓	↓
$HCl > F_2$	$HBr > HCl$

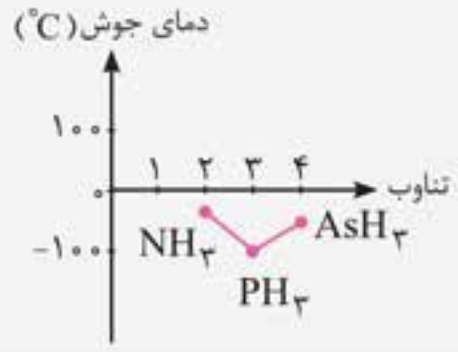
جدول زیر، مقایسهٔ نقطهٔ جوش ترکیب‌های هیدروژن‌دار سه عنصر اول از گروه‌های ۱۴، ۱۵، ۱۶ و ۱۷ جدول دوره‌ای را نشان می‌دهد:

گروه ۱۵

$NH_3 > AsH_3 > PH_3$

هیدروژنی — وان‌دروالس

جرم مولی بیشتر

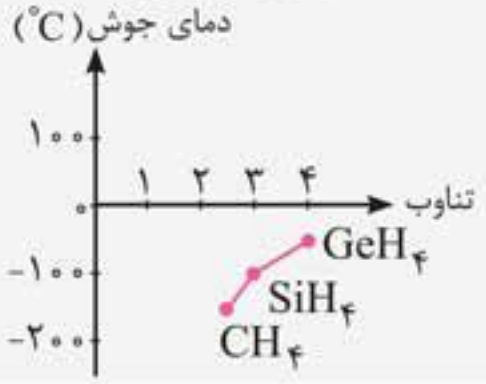


گروه ۱۴

$CH_4 < SiH_4 < GeH_4$

نیروی وان‌دروالس

افزایش جرم مولی

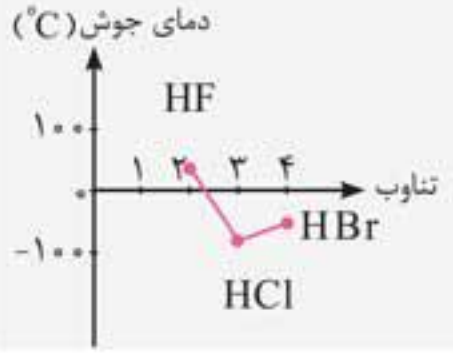


گروه ۱۷

$HF > HBr > HCl$

هیدروژنی — وان‌دروالس

جرم مولی بیشتر

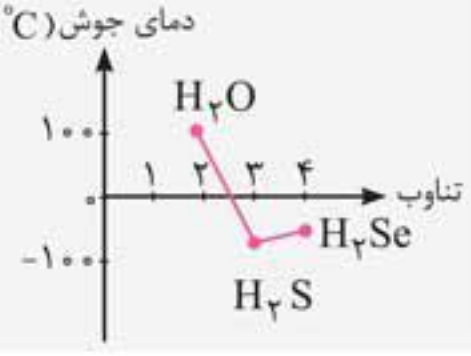


گروه ۱۶

$H_2O > H_2Se > H_2S$

هیدروژنی — وان‌دروالس

جرم مولی بیشتر



✓ **مایع شدن گازها:**

هر چه نیروی جاذبهٔ بین مولکولی قوی‌تر ← نقطهٔ جوش بالاتر ← تبدیل گاز به مایع آسان‌تر

نیروی بین مولکولی: $CO > N_2$ ⇒ گاز CO آسان‌تر مایع می‌شود

✓ **مقایسه اتانول و استون:**

ترکیب آلی	کاربرد	μ(D)	نقطه جوش	نیروی بین مولکولی	فرمول ساختاری
اتانول	حلال در تهیه مواد دارویی، آرایشی و بهداشتی	> ۰	۷۸°C	پیوند هیدروژنی	C_2H_5-O-H
استون	حلال چربی، رنگ‌ها و انواع لاک‌ها	> ۰	۵۶°C	وان‌دروالس	$CH_3\overset{\overset{O}{\|}}{C}CH_3$

توجه استون و اتانول به هر نسبتی در آب حل می‌شوند. دلیل انحلال‌پذیری زیاد این دو ترکیب آلی در آب، توانایی هر دو مولکول در تشکیل پیوند هیدروژنی با آب است.

آب، مولکولی منحصر به فرد

■ **برخی ویژگی‌های آب:**

۱ آب تنها ماده‌ای است که در طبیعت به هر سه حالت فیزیکی جامد، مایع و گاز وجود دارد.

۲ آب، فراوان‌ترین و رایج‌ترین حلال در طبیعت، صنعت و آزمایشگاه است. زیرا، می‌تواند بسیاری از ترکیب‌های یونی و مواد مولکولی را در خود حل کند.

۳ حجم آن در هنگام انجماد، افزایش می‌یابد در نتیجه چگالی یخ از چگالی آب (در جرم یکسان) کم‌تر است.

۴ مولکول‌های آن دارای ساختاری خمیده و V (وی) شکل‌اند.

۵ از مولکول‌های قطبی تشکیل‌شده‌اند و در میدان الکتریکی جهت‌گیری می‌کند.

۶ در حالت گاز، بین مولکول‌های آن پیوند هیدروژنی وجود ندارد.

۷ در ساختار یخ، هر مولکول H_2O با برقرار کردن ۴ پیوند هیدروژنی، توسط ۴ مولکول آب دیگر احاطه شده است.

۸ در ساختار یخ، اتم‌های اکسیژن در رأس حلقه‌های شش ضلعی قرار دارند و شبکه‌ای با فضاهای خالی منظم در سه بعد ایجاد می‌شود. بنابراین، یخ ساختاری باز دارد.

توجه وجود پیوندهای هیدروژنی و گشتاور دو قطبی بزرگ‌تر، دلیل اصلی تفاوت در حالت فیزیکی و نقطهٔ جوش آب و هیدروژن سولفید است.

حلال‌های آلی

سه حلال آلی مهم و کاربردهای آن عبارتند از:

۱ اتانول (C_2H_5OH) که در تهیهٔ مواد دارویی، آرایشی و بهداشتی کاربرد دارد.

۲ استون (C_3H_6O) که به عنوان حلال چربی، رنگ‌ها و انواع لاک‌ها به‌کار می‌رود.

۳ هگزان (C_6H_{14}) که به عنوان حلال مواد ناقطبی و رقیق‌کنندهٔ رنگ (تینر) به‌کار می‌رود.

حل شدن مواد در یکدیگر

■ برای پیش‌بینی انحلال‌پذیری مواد می‌توان موارد زیر را طبق عبارت «شبیه، شبیه را حل می‌کند» در نظر گرفت:

۱ مواد قطبی در حلال‌های قطبی حل می‌شوند. (استون در آب حل می‌شود)

۲ مواد ناقطبی در حلال‌های ناقطبی حل می‌شوند. (ید در هگزان حل می‌شود)

۳ اغلب ترکیب‌های یونی در آب حل می‌شوند. (سدیم‌کلرید در آب حل می‌شود)

۴ مواد دارای پیوند هیدروژنی در حلال‌های دارای پیوند هیدروژنی حل می‌شوند. (اتانول درآب حل می‌شود)

۵ مواد قطبی در حلال‌های ناقطبی حل نمی‌شوند. (آب در هگزان حل نمی‌شود)

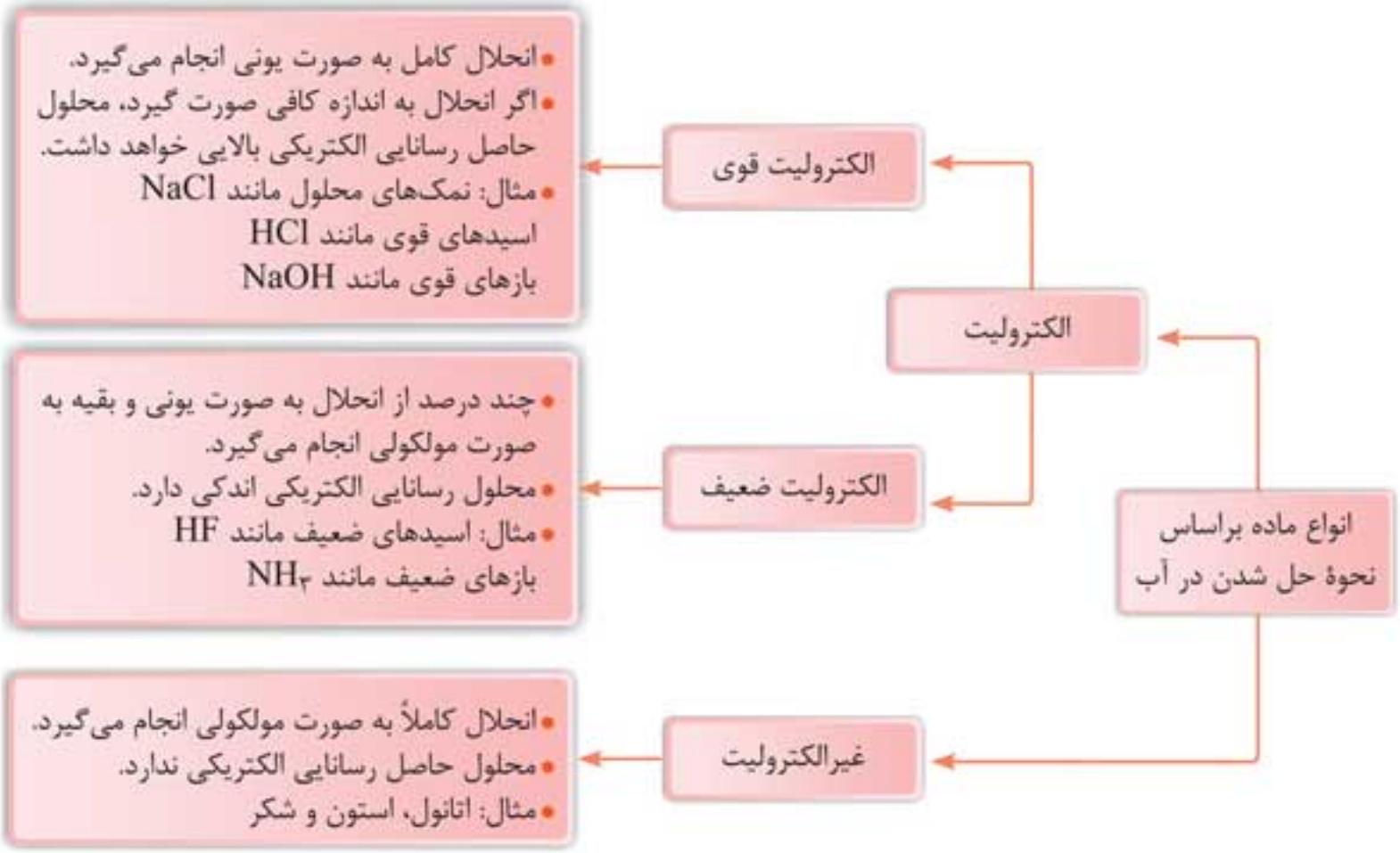
۶ مواد ناقطبی در حلال‌های قطبی حل نمی‌شوند. (ید در آب حل نمی‌شود)

نکته فرایند انحلال، هنگامی منجر به تشکیل محلول می‌شود که رابطهٔ زیر برقرار باشد:

[میانگین جاذبه‌ها در حلال خالص و حل شوندهٔ خالص] < [جاذبه‌های حل‌شونده با حلال در محلول]

انواع انحلال

به‌طور کلی، انحلال مواد در آب را در دو دستهٔ انحلال مولکولی و انحلال یونی بررسی می‌کنند:



ردّ پای آب

■ ردّپای آب نشان می‌دهد که هر فرد، چه مقدار از آب قابل استفاده و در دسترس را مصرف می‌کند و در نتیجه، چه مقدار از حجم منابع آب کم می‌شود.

اسمز و اسمز معکوس- تصفیهٔ آب

■ اسمز (گذرندگی)، فرایندی است که طی آن، مولکول‌های آب به طور خودبه‌خود با عبور از یک غشاء نیمه‌تراوا از محیط رقیق به محیط غلیظ منتقل می‌شوند.

✓ غشاء نیمه‌تراوا، دیواره‌ای است که روزنه‌های بسیار ریزی دارد و با عبور انتخابی، فقط اجازهٔ گذر به برخی از ذرات مانند مولکول‌های آب و یون‌های کوچک را می‌دهد.

✓ دیواره یاخته‌ها در گیاهان، غشاء نیمه‌تراوا محسوب می‌شوند.

■ **اسمز معکوس:** فرایندی است که طی آن، مولکول‌های آب به طور غیرخودبه‌خودی و با اعمال فشار، از محیط غلیظ به محیط رقیق وارد می‌شوند.

✓ به مقایسهٔ دو فرایند اسمز و اسمز معکوس در جدول زیر توجه کنید:

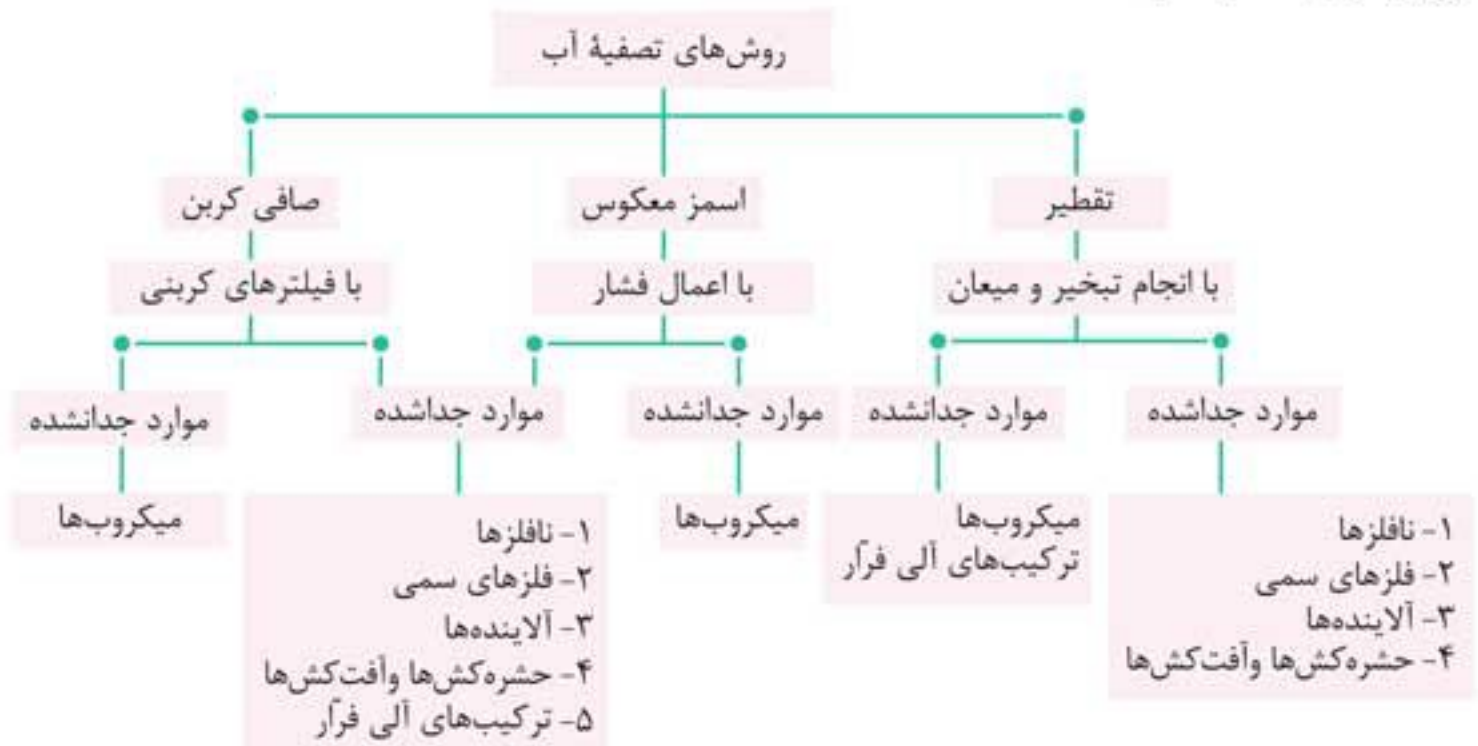
فرایند	خودبه‌خودی	اعمال فشار خارجی	جهت حرکت مولکول‌های آب	غلظت حل‌شونده در محیط غلیظ ... می‌یابد	کاربرد
اسمز	است	ندارد	از محیط رقیق به غلیظ	کاهش	آب‌دار کردن میوهٔ خشک
اسمز معکوس	نیست	دارد	از محیط غلیظ به رقیق	افزایش	تصفیهٔ آب دریا

■ **تصفیهٔ آب:**

آب تصفیه‌نشده دارای ۶ نوع مادهٔ آلوده‌کننده است که عبارتند از:

۱ آلاینده‌ها ۲ فلزهای سمی ۳ ترکیب‌های آلی فرّار
۴ نافلزها ۵ حشره‌کش‌ها و آفت‌کش‌ها ۶ میکروب‌ها

■ سه روش مهم تصفیهٔ آب:



توجه در هر سه روش تصفیهٔ آب، میکروب‌ها در آب باقی می‌مانند. بنابراین، برای از بین بردن آن‌ها پیش از مصرف باید عمل کلرزنی انجام شود.

آزمون عبارات قسمت چهارم

درستی یا نادرستی هر یک از عبارت‌های زیر را ارزیابی کنید. (شامل ۱۸ عبارت نادرست)

۱ میلهٔ شیشه‌ای بر اثر مالش به موی خشک، دارای بار الکتریکی مثبت می‌شود. ✗ ✓

۲ مولکول‌های CO_2 و SO_2 در میدان الکتریکی جهت‌گیری نمی‌کنند. ✗ ✓

۳ گاز HCl در مقایسه با گاز F_2، در شرایط یکسان آسان‌تر به مایع تبدیل می‌شود. ✗ ✓

۴ میان هر دو مولکول، آن که جرم مولی بیشتری دارد، نیروی بین مولکولی قوی‌تری دارد. ✗ ✓

۵ نیروهای بین مولکولی به طور عمده به میزان قطبی بودن مولکول‌ها و جرم آن‌ها وابسته است. ✗ ✓

۶ از نظر مقایسهٔ گشتاور دوقطبی: $H_2O > H_2S$ ✗ ✓

۷ از نظر مقایسهٔ گشتاور دوقطبی و همینطور نقطهٔ جوش: $SO_3 > SO_2$ ✗ ✓

۸ در بلورهای یخ، هر اتم اکسیژن دارای ۴ پیوند است. ✗ ✓

۹ از نظر مقایسهٔ نقطهٔ جوش: $NH_3 > PH_3 > AsH_3$ ✗ ✓

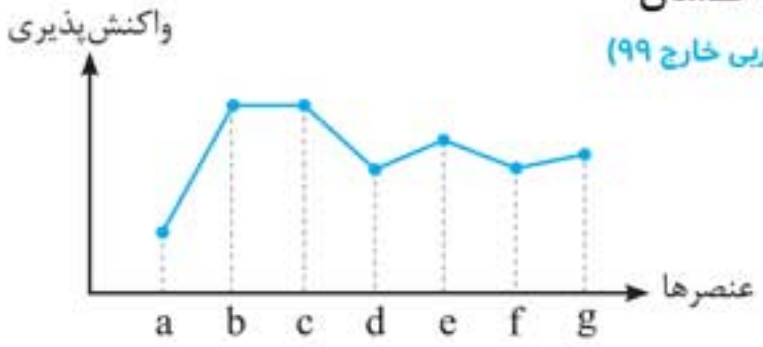
۱۰ در ترکیب‌های هیدروژن‌دار هالوژن‌ها، آن که جرم مولی بیشتری دارد، نقطهٔ جوش بالاتری دارد. ✗ ✓

۱۱ مولکول اتانول قطبی است. به همین دلیل، نقطهٔ جوش اتانول در مقایسه با استون که مولکول آن، ناقطبی است، بالاتر است. ✗ ✓

۱۳. شیب نمودار تغییر شعاع اتمی کدام سه عنصر، بیشتر است؟ (تجربی خارج ۹۹)

۱) $_{۶}C, _{۷}N, _{۸}O$ ۲) $_{۱۴}Si, _{۱۵}P, _{۱۶}S$ ۳) $_{۳۳}As, _{۳۴}Se, _{۳۵}Br$ ۴) $_{۱۱}Na, _{۱۲}Mg, _{۱۳}A$

۱۴. با بررسی نمودار شکل زیر، که واکنش‌پذیری شماری از عنصرهای دورهٔ دوم جدول تناوبی را به صورت نامرتب نشان می‌دهد، می‌توان دریافت که ..... است. (تجربی خارج ۹۹)



۱) a: کربن، c: فلوئور، g: اکسیژن
۲) c: اکسیژن، f: نیتروژن، a: کربن
۳) f: کربن، e: بریلیم، b: فلوئور
۴) b: نیتروژن، d: بور، e: لیتیم

مسائل استوکیومتری:

۱۵. مقدار ۱۲۰ گرم محلول ۸۰۰ppm کلسیم‌برمید با چند لیتر محلول ۰/۰۴ مولار سدیم‌فسفات می‌تواند واکنش دهد؟ $(CaBr_۲ = ۲۰۰ g\cdot mol^{-۱})$

$$۳CaBr_۲(aq) + ۲Na_۳PO_۴(aq) \longrightarrow Ca_۳(PO_۴)_۲(s) + ۶NaBr(aq)$$

۱) ۰/۰۰۸ ۲) ۰/۰۸ ۳) ۰/۰۴ ۴) ۰/۴

۱۶. برای تهیهٔ ۶۰۰ میلی‌لیتر محلول سود ۸٪ جرمی با چگالی ۱/۲۵ گرم بر میلی‌لیتر، چند گرم سدیم اکسید با خلوص ۹۳٪ لازم است؟ $(Na = ۲۳, O = ۱۶ : g\cdot mol^{-۱})$

$$Na_۲O(s) + H_۲O(l) \longrightarrow ۲NaOH(aq)$$

۱) ۲۰ ۲) ۲۵ ۳) ۴۰ ۴) ۵۰

۱۷. مقدار ۷/۲ گرم $N_۲O_۵(g)$ ناخالص به درون نیم‌لیتر آب مقطر وارد شده است. اگر غلظت محلول نیتریک‌اسید تشکیل‌شده به ۰/۲ مول بر لیتر برسد، درصد خلوص $N_۲O_۵$، کدام است؟ (تجربی ۹۸) ($O = ۱۶, N = ۱۴, H = ۱ : g.mol^{-۱}$؛ از تغییر حجم صرف‌نظر و معادله موازنه شود.)

$$N_۲O_۵(g) + H_۲O(l) \longrightarrow HNO_۳(aq)$$

۱) ۶۵ ۲) ۷۱ ۳) ۷۵ ۴) ۸۱

۱۸. مقدار ۲۰ گرم از یک نمونه سنگ معدن آهن در ۱۰۰ میلی‌لیتر از محلول اسیدی انداخته شده است تا یون‌های $Fe^{۳+}$ آن به‌صورت محلول درآیند. اگر با افزودن مقدار زیادی $NaOH(s)$ به این محلول، ۵/۳۵ گرم از رسوب آهن (III) هیدروکسید به‌دست آید، درصد جرمی آهن در این نمونه سنگ معدن، کدام است؟ (معادلهٔ واکنش‌ها موازنه شود. $Fe = ۵۶, O = ۱۶, H = ۱ : g\cdot mol^{-۱}$) (ریاضی ۹۸)

$$Fe_۲O_۳(s) + HCl(aq) \longrightarrow FeCl_۳(aq) + H_۲O(l)$$
$$FeCl_۳(aq) + NaOH(aq) \longrightarrow Fe(OH)_۳(s) + NaCl(aq)$$

۱) ۴ ۲) ۸ ۳) ۱۰ ۴) ۱۴

۱۹. بر پایهٔ واکنش‌های زیر اگر ۶۳۰ گرم نیتریک اسید با خلوص ۸۰ درصد با فلز مس واکنش دهد، چند مول مس (II) نیترات تشکیل می‌شود و گاز اوزونی که از واکنش گاز $NO_۲$ تولید شده در این فرایند با گاز اکسیژن به دست می‌آید، در شرایط STP، چند لیتر حجم دارد؟ (گزینه‌ها را از راست به چپ بخوانید، $H = ۱, N = ۱۴, O = ۱۶ : g.mol^{-۱}$) (ریاضی ۹۹)

(معادله واکنش موازنه شود.) $HNO_۳(aq) + Cu(s) \rightarrow Cu(NO_۳)_۲(aq) + NO_۲(g) + H_۲O(l)$

$$NO_۲(g) + O_۲(g) \rightarrow NO(g) + O_۳(g)$$

۱) ۶۷/۲,۲ ۲) ۶۷/۲,۴ ۳) ۸۹/۶,۲ ۴) ۸۹/۶,۴

۲۰. مقدار ۵ گرم از یک نمونه گرد مس (II) اکسید ناخالص را در مقدار کافی هیدروکلریک اسید وارد و گرم می‌کنیم تا واکنش کامل انجام پذیرد. اگر در این واکنش، ۰/۱ مول هیدروکلریک اسید مصرف شده باشد، چند گرم مس (II) کلرید تشکیل شده و درصد ناخالصی در این نمونه اکسید کدام است؟ (گزینه‌ها را از راست به چپ بخوانید، ناخالصی با اسید واکنش نمی‌دهد، $(O=16, Cl=35/5, Cu=64 : g.mol^{-1})$ (تجربی ۹۹)

$CuO(s)+HCl(aq)\rightarrow CuCl_2(aq)+H_2O(l)$ (معادلهٔ واکنش، موازنه شود.)

۱) ۲۰ ،۶/۷۵ ۲) ۸۰ ،۶/۷۵ ۳) ۸۰ ،۵/۷۵ ۴) ۲۰ ،۵/۷۵

۲۱. مخلوطی گازی دارای ۱۰ درصد جرمی SO_2، ۱۰ درصد جرمی O_2، ۵۰ درصد جرمی نیتروژن و ۳۰ درصد جرمی کربن مونوکسید، از روی کلسیم اکسید عبور داده می‌شود. نسبت درصد جرمی نیتروژن به اکسیژن و نسبت درصد جرمی مونوکسید کربن به اکسیژن، در مخلوط گازی خروجی، به ترتیب از راست به چپ، کدام است؟ (واکنش مربوط کامل فرض شود.) (تجربی ۹۹)

۱) ۳ ،۵ ۲) ۲/۵ ،۵ ۳) ۳ ،۵/۵ ۴) ۲/۵ ،۵/۵

۲۲. یک نیروگاه حرارتی در روز، ۱۰ تن از یک نوع سوخت فسیلی را می‌سوزاند. اگر غلظت گوگرد در سوخت مصرفی برابر ۶۴۰۰ ppm باشد، با فرض این‌که همهٔ گوگرد به طور کامل بسوزد، چند کیلوگرم آهک (کلسیم اکسید) برای جذب کامل گاز تولید شده لازم است و آهک لازم در این فرایند را از تجزیهٔ گرمایی چند کیلوگرم کلسیم کربنات با خلوص ۸۰ درصد می‌توان تهیه کرد؟ (ریاضی خارج ۹۹)

(گزینه‌ها را از راست به چپ بخوانید، $(C=12, O=16, S=32, Ca=40 : g.mol^{-1})$

$SO_2(g)+CaO(s)\rightarrow CaSO_3(s)$

$CaCO_3(s)\rightarrow CO_2(g)+CaO(s)$

۱) ۱۶۰ ،۱۱۲ ۲) ۲۵۰ ،۱۱۲ ۳) ۱۴۳ ،۱۱۵ ۴) ۲۵۶ ،۱۱۵

۲۳. گاز آزادشده از واکنش کامل ۵۰ گرم از یک نمونه ناخالص منگنز دی‌اکسید با هیدروکلریک اسید می‌تواند با ۲۵۰ میلی‌لیتر محلول ۲ مولار پتاسیم برمید واکنش دهد. درصد خلوص منگنز دی‌اکسید در این نمونه کدام است و در این فرایند، چند مول $HCl(aq)$ مصرف شده است؟ (ناخالصی با اسید واکنش نمی‌دهد، $(O=16, Mn=55 : g.mol^{-1})$ (تجربی خارج ۹۹)

$\begin{cases} MnO_2(s)+HCl(aq)\rightarrow MnCl_2(aq)+Cl_2(g)+H_2O(l) \\ Cl_2(g)+KBr(aq)\rightarrow KCl(aq)+Br_2(l) \end{cases}$ (معادلهٔ واکنش‌ها موازنه شود.)

۱) ۱ ،۴۳/۵ ۲) ۱/۵ ،۴۳/۵ ۳) ۱ ،۸۷ ۴) ۱/۵ ،۸۷

کربن، هیدروکربن‌ها و مسائل استوکیومتری:

۲۴. از میان عبارت‌های زیر، کدام عبارت یا عبارت‌ها نادرست هستند؟

آ) نفت خام صرفاً شامل مواد آلی است و مواد معدنی مانند نمک‌ها و اسیدها در آن وجود ندارد.

ب) بخش عمدهٔ هیدروکربن‌های موجود در نفت خام را هیدروکربن‌های سیرنشده تشکیل می‌دهند.

پ) هیدروکربن‌های موجود در نفت خام براساس تفاوت آن‌ها در نقطهٔ جوش، در برج تقطیر از یکدیگر جدا می‌شوند.

ت) در برج تقطیر نفت خام، هیدروکربن‌های دارای جرم مولی بیشتر، در قسمت‌های بالاتری از برج از آن خارج می‌شوند.

۱) آ و ت ۲) ب، پ ۳) فقط ب ۴) آ، ب و ت

۲۵. کدام مقایسه درست نیست؟

۱) میزان فرّار بودن: $C_{۱۰}H_{۲۲} < C_۶H_{۱۴}$

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

۳) گشتاور دو قطبی: صفر $\simeq C_۶H_{۱۴} \simeq C_{۱۰}H_{۲۲}$

۴) نقطهٔ جوش: $C_{۱۲}H_{۲۶} > C_{۲۱}H_{۴۴}$

۲۶. با توجه به فرمول نقطه - خط ترکیب روبه‌رو، نام آیوپاکی آن کدام است؟

۱) ۵–اتیل –۲، ۳، ۷ - تری‌متیل اوکتان

۲) ۲، ۳، ۷–تری‌متیل –۵–اتیل اوکتان

۳) ۴–اتیل –۶–متیل –۲–پروپیل هپتان

۴) ۲–پروپیل –۴– اتیل –۶–متیل هپتان

۲۷. چه تعداد از عبارت‌های ارائه‌شده در مورد ترکیبی با فرمول ساختاری زیر درست است؟

$CH_۳CH(C_۲H_۵)CH(C_۲H_۵)CH(CH_۳)_۲$

آ) نام آن ۳، ۴– دی‌اتیل –۲– متیل‌پنتان است.

ب) ده پیوند $C-C$ در ساختار آن وجود دارد.

پ) ۲۲ پیوند $C-H$ در ساختار آن وجود دارد.

ت) ایزومر ساختاری ۳، ۳– دی‌اتیل‌هگزان است.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۲۸. چه تعداد از عبارت‌های زیر در مورد اتن درست است؟

آ) گاز اتن سنگ بنای صنایع پتروشیمی است.

ب) در صنعت از اثردادن گاز اتن برمخلوط آب و سولفوریک‌اسید، اتانول تولید می‌شود.

پ) وارد کردن گاز اتن در محلول قرمز رنگ برم، موجب بی‌رنگ شدن محلول می‌شود.

ت) تعداد پیوند کووالانسی اتن نصف تعداد پیوند کووالانسی ۱– پنتین است.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۲۹. شمار اتم‌های کربن در مولکول کدام آلکان با شمار آن‌ها در مولکول نفتالن، برابر است؟ (ریاضی خارج ۹۸)

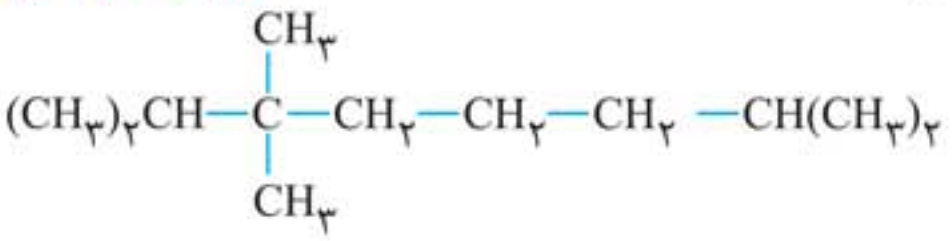
۱) ۳- اتیل -۳- متیل هپتان

۲) ۴- اتیل نونان

۳) ۲، ۳، ۳- تری متیل اوکتان

۴) ۳، ۳- دی متیل هپتان

۳۰. نام هیدروکربنی با فرمول شکل زیر کدام است؟ (ریاضی ۹۰ - با تغییر)



۱) ۲، ۶، ۶، ۷ ـ تترامتیل‌اوکتان

۲) ۲، ۳، ۳، ۷ ـ تترامتیل‌اوکتان

۳) ۲ ـ پروپیل ـ ۲، ۶ ـ دی‌متیل‌هپتان

۴) ۶ ـ پروپیل ـ ۲، ۶ ـ دی‌متیل‌هپتان

۳۱. مخلوطی به وزن ۵۰۵ گرم از $CaCO_۳$ و $KNO_۳$ بر اثر گرما (دمای زیر $۵۰۰^\circ C$) تجزیه می‌شود. در صورتی که گاز خروجی با ۰/۵ مول متان به طور کامل واکنش دهد، درصد جرمی $CaCO_۳$ در این مخلوط کدام است؟ $(Ca=۴۰, K=۳۹, O=۱۶, N=۱۴, C=۱۲ : g.mol^{-۱})$ (تجربی ۹۶)

$$CaCO_۳(s) \xrightarrow{\Delta} CaO(s) + CO_۲(g)$$

$$۲KNO_۳(s) \xrightarrow{\Delta} ۲KNO_۲(s) + O_۲(g)$$

$$CH_۴(g) + ۲O_۲(g) \longrightarrow CO_۲(g) + ۲H_۲O(g)$$

۱) ۲۰ ۲) ۳۰ ۳) ۴۵ ۴) ۶۰

۳۲. در یک واحد صنعتی تولید اتانول، در هر ثانیه ۱۴۰۰ گرم گاز اتن در شرایط مناسب وارد مخزنی از آب و اسید می‌شود. در صورتی که بازده این فرایند ۸۰ درصد باشد، تولید اتانول در این واحد، به تقریب برابر چند تن در هر ساعت است؟ $(H=1, C=12, O=16 : g.mol^{-1})$ (ریاضی ۹۹)

$$C_2H_4(g) + H_2O(l) \xrightarrow{H_2SO_4} C_2H_5OH(aq)$$

۱) ۱۰/۶۰ ۲) ۸/۲۸ ۳) ۶/۶۲ ۴) ۴/۲۸

۳۳. کدام مطلب زیر، نادرست است؟ $(H=1, C=12 : g.mol^{-1})$ (ریاضی ۹۹)

۱) نام آلکانی با فرمول $CH(C_2H_5)_3$، ۳- اتیل‌پنتان و همپار هپتان است.

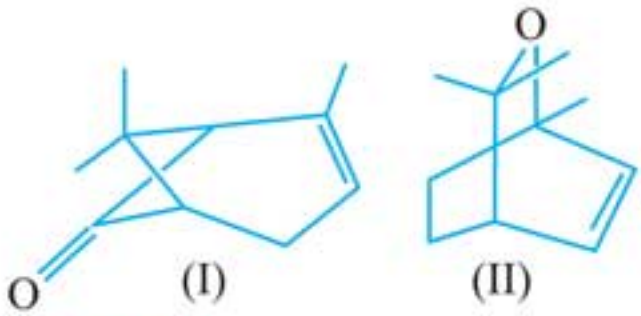
۲) سیکلوپنتان همپار پنتن است و نسبت شمار اتم‌های کربن به هیدروژن در آن، ۱ به ۲ است.

۳) بنزن یک هیدروکربن سیر نشده است و در واکنش کامل با هیدروژن، به سیکلوهگزان مبدل می‌شود.

۴) تفاوت جرم مولی ششمین عضو خانوادهٔ آلکین‌ها با جرم مولی ششمین عضو خانوادهٔ آلکان‌ها، برابر ۱۴ است.

۳۴. کدام مطلب، دربارهٔ ترکیب‌هایی با ساختارهای «نقطه - خط» زیر، درست است؟ (ریاضی ۹۹)

$(H=1, C=12, O=16, Br=80 : g.mol^{-1})$



(I) (II)

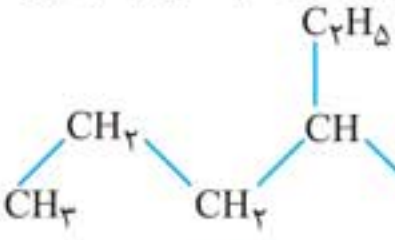
۱) تفاوت جرم مولی دو ترکیب برابر ۴ گرم است.

۲) ۳/۸ گرم از ترکیب (II) با ۶ گرم برم واکنش کامل می‌دهد.

۳) دو ترکیب، همپارند و ترکیب (I)، یک عامل کتونی دارد.

۴) برای سوختن کامل ۷/۵ گرم ترکیب I، ۱۴/۵۶ لیتر گاز اکسیژن در شرایط STP مصرف می‌شود.

۳۵. کدام موارد از نام‌گذاری ترکیب‌های زیر، درست است؟ (ریاضی خارج ۹۹)

آ)  ۲- اتیل پنتان

ب) ۵- اتیل -۲، ۴، ۶- تری‌متیل اوکتان

پ) $(CH_3)_2CH-CH_2CH(CH_3)_2$: ۲، ۴- دی‌متیل پنتان

ت) $CH_3(CH_2)_2CH(CH_3)CH(CH_3)CH(CH_3)_2$: ۴، ۵، ۶- تری‌متیل هپتان

۱) آ، ت ۲) ب، پ ۳) آ، ب، پ ۴) ب، پ، ت

۳۶. ۸/۴ گرم از دومین عضو خانوادهٔ آلکن‌ها در واکنش با کلر کافی، چند گرم ترکیب کلردار تشکیل می‌دهد؟ $(H=1, C=12, Cl=35/5 : g.mol^{-1})$ (ریاضی خارج ۹۹)

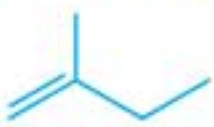
۱) ۲۶/۴ ۲) ۲۲/۶ ۳) ۲۹/۷ ۴) ۲۷/۹

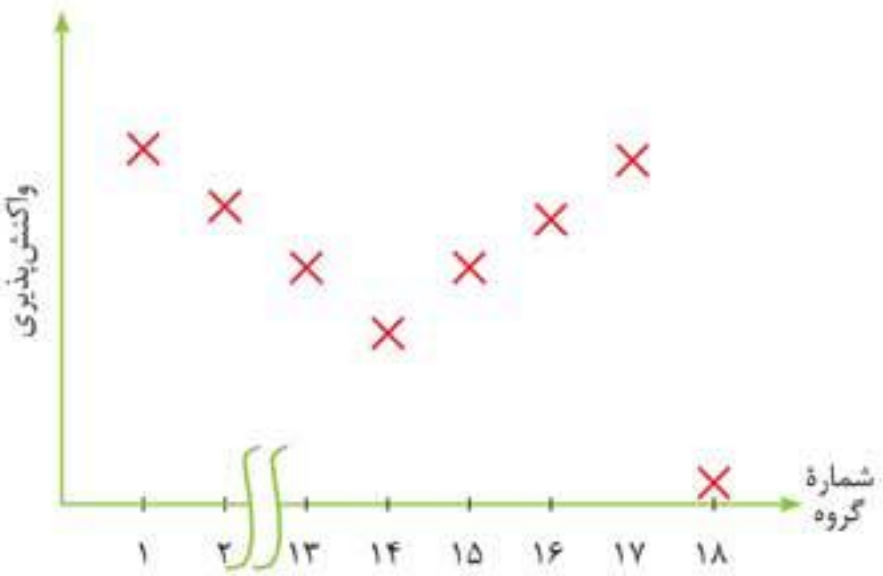
۳۷. هر لیتر از یک هیدروکربن گازی در شرایط STP، ۲/۵ گرم جرم دارد. درصد جرمی تقریبی کربن در آن کدام است و فرمول «نقطه - خط» آن به کدام صورت می‌تواند باشد؟ $(H=1, C=12 : g.mol^{-1})$ (تجربی خارج ۹۹)

۱) ۸۵/۷۱،

۲) ۸۵/۷۱،

۳) ۷۸/۱۵،

۴) ۷۸/۱۵، 



۱۴. گزینهٔ «۱» با توجه به نمودار مقابل که مربوط به تمرین ۴ تمرینات دوره‌ای آخر فصل یک کتاب درسی می‌باشد، روند کلی تغییرات واکنش‌پذیری عناصر دورهٔ دوم جدول تناوبی را نشان می‌دهد، به غیر از عنصر Ne که واکنش‌پذیری آن به تقریب صفر در نظر گرفته می‌شود، واکنش‌پذیری کربن از همه کم‌تر است (رد گزینه‌های ۳ و ۴)

با توجه به اینکه واکنش‌پذیری فلوئور نیز از اکسیژن بیشتر است، درستی گزینهٔ «۱» تأیید می‌شود.

۱۵. گزینهٔ «۱» اگر حجم محلول سدیم‌فسفات را x درنظر بگیریم:

$$\frac{۱۲۰\times\frac{۸۰۰}{۱۰^۶}}{۳\times۲۰۰}=\frac{x\times۰/۰۴}{۲}\Rightarrow x=۰/۰۰۸L$$

۱۶. گزینهٔ «۴» با فرض اینکه جرم Na_2O ناخالص، x گرم باشد:

$$\frac{۶۰۰\times۱/۲۵\times\frac{۸}{۱۰۰}}{۲\times۴۰}=\frac{x\times\frac{۹۳}{۱۰۰}}{۱\times۶۲}\Rightarrow x=۵۰g\ Na_2O(\text{ناخالص})$$

۱۷. گزینهٔ «۳» از هر مول N_2O_5 دو مول HNO_3 پدید می‌آید.

$$N_2O_5+H_2O\longrightarrow ۲HNO_3$$

اگر درصد خلوص N_2O_5 را برابر P در نظر بگیریم:

$$\frac{۷/۲\times\frac{P}{۱۰۰}}{۱\times۱۰۸}=\frac{۰/۵\times۰/۲}{۲}\Rightarrow P=٪۷۵$$

۱۸. گزینهٔ «۴» با موازنهٔ معادله‌های داده شده می‌توان هم‌ارزی روبه‌رو را نوشت:

$$۱Fe(OH)_3\sim ۱Fe$$

از مقدار رسوب تولیدشده به مقدار آهن می‌رسیم:

$$\frac{۵/۳۵}{۱\times۱۰۷}=\frac{۲۰\times\frac{P}{۱۰۰}}{۱\times۵۶}\Rightarrow P=٪۱۴$$

۱۹. گزینهٔ «۳» ابتدا معادلهٔ واکنش را موازنه می‌کنیم:

$$۴HNO_3(aq)+Cu(s)\rightarrow Cu(NO_3)_2(aq)+۲NO_2(g)+۲H_2O(l)$$

$$۶۳۰g\,HNO_3\times\frac{۸۰}{۱۰۰}\times\frac{۱mol\,HNO_3}{۶۳g\,HNO_3}\times\frac{۱mol\,Cu(NO_3)_2}{۴mol\,HNO_3}=۲mol\,Cu(NO_3)_2$$

روش برابری مول به ضریب

$$\frac{۶۳۰\times۰/۸}{۴\times۶۳}=\frac{x}{۱}\Rightarrow x=۲mol\,Cu(NO_3)_2$$

قسمت دوم: با برابر کردن ضرایب NO_2 در معادله دو واکنش می‌توان مستقیم از مقدار HNO_3 به مقدار گاز اوزون رسید. (معادله واکنش دوم را در ۲ ضرب می‌کنیم.) $۲NO_2(g)+۲O_2(g)\rightarrow ۲NO(g)+۲O_3(g)$

$$۴HNO_3\sim ۲O_3$$

$$\frac{۶۳۰\times۰/۸}{۴\times۶۳}=\frac{x}{۲\times۲۲/۴}\Rightarrow x=۸۹/۶LO_3$$

۲۰. گزینهٔ «۱» ابتدا معادلهٔ واکنش را موازنه می‌کنیم:

$$\underset{۵g}{CuO(s)}+۲\underset{۰/۱mol}{HCl(aq)}\rightarrow \underset{xg}{CuCl_2(aq)}+H_2O(l)$$

اگر مقدار $CuCl_2$ را x گرم و درصد خلوص را y درصد فرض کنیم، با استفاده از روش برابری مول به ضریب داریم:

$$\underbrace{\frac{5\times y}{80}}_{CuO}=\underbrace{\frac{0/1}{2}}_{HCl}=\underbrace{\frac{x}{135}}_{CuCl_2}\Rightarrow\begin{cases}x=6/75\,g\,CuCl_2\\ y=\%80\end{cases}$$

اگر درصد خلوص برابر ۸۰٪ باشد، ناخالصی ۲۰٪ خواهد بود.

۲۱. گزینهٔ «۱» SO_2 با CaO واکنش داده و رسوب $CaSO_3$ تشکیل می‌دهد. اگر مخلوط اولیهٔ گازها را ۱۰۰ فرض کنیم با واکنش ۱۰ گرم SO_2 جرم کل گازها از ۱۰۰ گرم به ۹۰ گرم کاهش می‌یابد.

$$\frac{\%N_2}{\%O_2}=\frac{\frac{50}{90}}{\frac{10}{90}}=5\qquad\frac{\%CO}{\%O_2}=\frac{\frac{30}{90}}{\frac{10}{90}}=3$$

نکته با اینکه درصد جرمی هریک از گازهای N_2، O_2 و CO_2 با حذف گاز SO_2 از مخلوط تغییر می‌کند.

اما جرم این گازها ثابت می‌ماند و می‌توانستیم بدون حذف SO_2 نیز به جواب برسیم.

۲۲. گزینهٔ «۲»

روش اول:

$$S\sim SO_2\sim CaO$$

$$kg\,CaO=10^7\,g\,\text{سوخت}\times\frac{6400\,g\,S}{10^6\,g\,\text{سوخت}}\times\frac{1\,mol\,S}{32\,g\,S}\times\frac{1\,mol\,CaO}{1\,mol\,S}\times\frac{56\,g\,CaO}{1\,mol\,CaO}\times\frac{1\,kg}{1000\,g}$$

$$=112\,kg\,CaO$$

روش دوم:

روش برابری مول به ضریب

$$\frac{mol\,S}{1}=\frac{mol\,CaO}{1}\Rightarrow\frac{10^7\times6400}{32\times10^6}=\frac{x}{56\times1000}=112\,kg\,CaO$$

قسمت دوم:

$$\frac{x\times\frac{80}{100}}{100}=\frac{112}{56}\Rightarrow x=250\,kg\,CaCO_3$$

۲۳. گزینهٔ «۱» ابتدا معادلهٔ واکنش‌ها را موازنه می‌کنیم:

$$MnO_2+4HCl\rightarrow MnCl_2+Cl_2+2H_2O$$
$$Cl_2+2KBr\rightarrow 2KCl+Br_2$$
$$\Rightarrow 1MnO_2\sim 2KBr$$

قسمت اول: اگر خلوص MnO_2 در نمونه برابر x درصد باشد، خواهیم داشت:

$$\frac{50\times\frac{x}{100}}{1\times87}=\frac{0/25\times2}{2}\Rightarrow x=\%43/5$$

قسمت دوم:

$$4HCl\sim 2KBr$$

اگر تعداد مول مصرف‌شدهٔ HCl را y مول در نظر بگیریم:

$$\frac{y}{4}=\frac{0/25\times2}{2}\Rightarrow y=1\,mol\,HCl$$

۲۴. گزینهٔ «۴» عبارت‌های (آ)، (ب) و (ت) نادرست است.

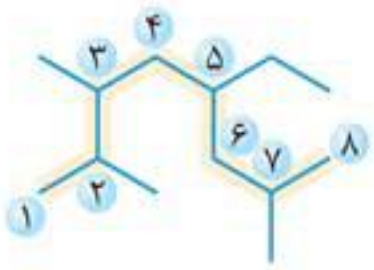
بررسی عبارت‌های نادرست آ) در نفت خام اندکی مواد معدنی مانند نمک‌ها، آب و اسیدها نیز وجود دارند.

ب) بخش عمدهٔ نفت خام را آلکان‌ها (هیدروکربن‌های سیرشده) تشکیل می‌دهند.

ت) هر چه جرم مولی هیدروکربن‌ها، بیشتر و نقطهٔ جوش آن‌ها بالاتر باشد، در قسمت‌های پایین‌تری از برج تقطیر، از آن خارج می‌شوند.

۲۵. گزینهٔ «۴» هرچه تعداد کربن آلکان بیشتر باشد، نقطهٔ جوش آن بالاتر است.

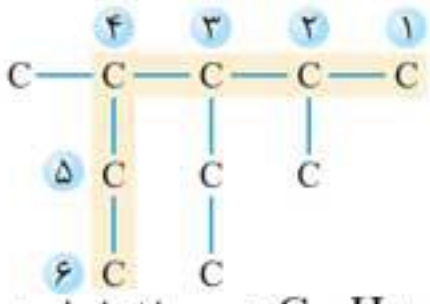
۲۶. گزینهٔ «۱»



۵- اتیل - ۲، ۳، ۷- تری‌متیل اوکتان

۲۷. گزینهٔ «۲» عبارت‌های (پ) و (ت) درست است.

بررسی همهٔ عبارت‌ها آ) ساختار ترکیب را بدون اتم‌های H رسم و نام‌گذاری می‌کنیم:



۳- اتیل - ۲، ۴- دی‌متیل هگزان

ب و پ) فرمول مولکولی آن $C_{۱۰}H_{۲۲}$ است. بنابراین ۹ پیوند $C-C$ و ۲۲ پیوند $C-H$ در ساختار این مولکول وجود دارد.

ت) فرمول مولکولی هر دو ترکیب $C_{۱۰}H_{۲۲}$ است. بنابراین ایزومر ساختاری یکدیگرند.

۲۸. گزینهٔ «۳» به جز عبارت (ت)، بقیهٔ عبارت‌ها درست است.

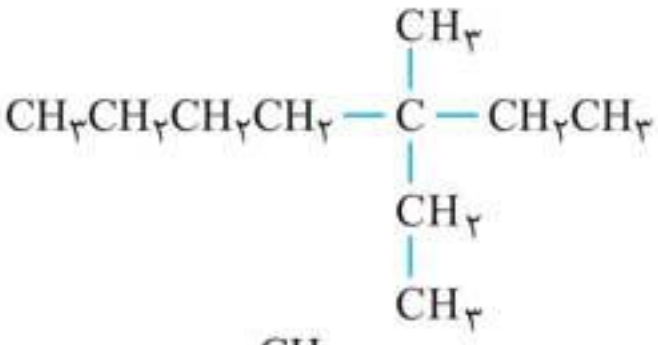
بررسی عبارت نادرست ت) تعداد پیوند کووالانسی در هر دو مولکول را حساب می‌کنیم:

$$\text{اتن}(C_۲H_۴) \Rightarrow \text{تعداد پیوند کووالانسی} = \frac{۱}{۲}[(۲\times۴)+۴] = ۶$$

$$۱-\text{پنتین}(C_۵H_۸) \Rightarrow \text{تعداد پیوند کووالانسی} = \frac{۱}{۲}[(۵\times۴)+۸] = ۱۴$$

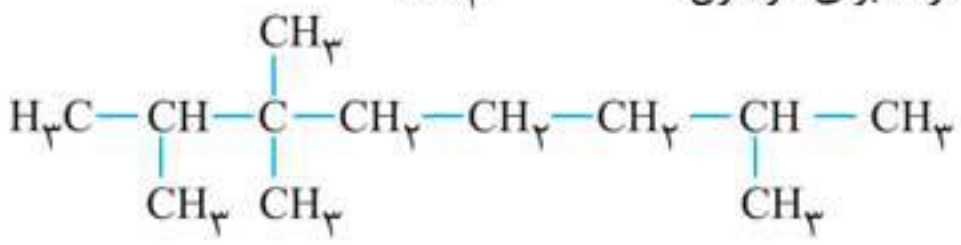
۶ نصف ۱۴ نیست که!

۲۹. گزینهٔ «۱»

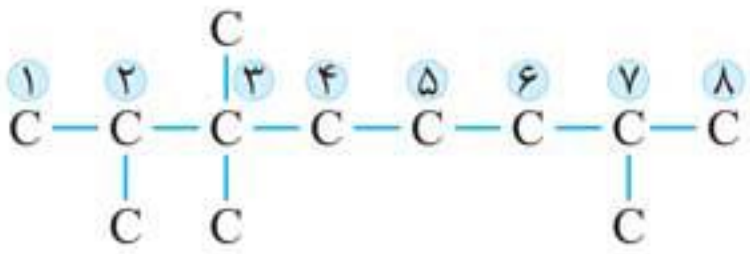


فرمول مولکولی نفتالن به‌صورت $C_{۱۰}H_۸$ است. تنها، ترکیب گزینهٔ «۱» دارای این فرمول است.

۳۰. گزینهٔ «۲» ابتدا رسم ساختار باز و گسترده برای مولکول:



سپس تعیین و شماره‌گذاری زنجیر اصلی:



توجه اگر از سمت راست شماره‌گذاری کنیم، اولین شاخه بر روی کربن ۲ قرار خواهد گرفت، همان‌طور که الان هم اولین شاخه بر روی کربن شمارهٔ ۲ است. در این موارد به سراغ شاخهٔ بعدی می‌رویم. در حالت بالا شاخهٔ بعدی روی کربن ۳ قرار دارد، در حالی که اگر شماره‌گذاری را از سمت راست آغاز کنیم، شاخهٔ دوم روی کربن ۶ جای می‌گیرد. پس شماره‌گذاری از سمت چپ درست است.
نهایتاً می‌رسیم به نام‌گذاری مولکول: ۲، ۳، ۳، ۷ ـ تترامتیل‌اوکتان

۳۱. **گزینهٔ «۴»** برای تعیین ضریب مولی نسبی CH_4 در برابر KNO_3، کافی است ضریب O_2 در دو معادلهٔ دوم و سوم را یکسان کنیم. در نتیجه:

$$\left.\begin{matrix}4KNO_3 \sim 2O_2\\ 2O_2 \sim 1CH_4\end{matrix}\right\} \Rightarrow 4KNO_3 \sim 1CH_4$$

اگر جرم KNO_3 در مخلوط را x گرم در نظر بگیریم: $4KNO_3 \sim 1CH_4$

$$\frac{x}{4\times101}=\frac{0/5}{1}\Rightarrow x=202g \Rightarrow \text{جرم } CaCO_3 = 505-202=303g$$

$$\text{درصد جرمی } CaCO_3 = \frac{303}{505}\times100=\%60$$

۳۲. **گزینهٔ «۳»** مقدار اتن ورودی در هر ساعت برابر است با: $1400\times \underbrace{3600}_{\text{تعداد ثانیه در هر ساعت}}(s)=504\times10^4 g$

$$504\times10^4 gC_2H_4\times\frac{80}{100}\times\frac{1molC_2H_4}{28gC_2H_4}\times\frac{1molC_2H_5OH}{1molC_2H_4}\times\frac{46gC_2H_5OH}{1molC_2H_5OH}\times\frac{1\text{ تن}}{10^6 g}$$

$$= 6/62 \text{ تن اتانول}$$

روش دوم:

$$\frac{504\times10^4\times0/8}{28}=\frac{x\times10^6}{46}\Rightarrow x=6/62 \text{ تن}$$

۳۳. **گزینهٔ «۴»** **بررسی همهٔ گزینه‌ها** گزینهٔ «۱»: ساختار و نام فرمول به صورت زیر است و از آن جایی که شامل ۷ کربن اتم می‌باشد، با هپتان ایزومر (همپار) است.

۳- اتیل پنتان

(ایزومر یا همیار: دو ترکیب که فرمول مولکولی آن‌ها یکسان ولی ساختار آن‌ها با هم متفاوت می‌باشد را ایزومر گویند).

گزینهٔ «۲»:

سیکلوپنتان: C_5H_{10}
پنتن: C_5H_{10}
} به‌دلیل داشتن فرمول مولکولی یکسان همپار یکدیگر هستند و نسبت تعداد کربن به هیدروژن در هر دوی آن‌ها ۲ به ۱ است.

گزینهٔ «۳»: بنزن با داشتن فرمول مولکولی C_6H_6 و حلقهٔ بنزنی به شکل ، سه پیوند ۲گانه داشته و سیرنشده است و در واکنش کامل با ۳ مولکول هیدروژن به سیکلوهگزان تبدیل می‌شود.

$$C_6H_6+3H_2\rightarrow C_6H_{12}$$

گزینهٔ «۴»: ششمین عضو آلکین‌ها C_7H_{12} و ششمین عضو آلکان‌ها C_6H_{14} است.
اختلاف جرم این دو ماده ۱۰ گرم است.

۳۴. گزینهٔ «۴» فرمول ترکیبات I و II و جرم مولی آن‌ها به صورت زیر است.

ترکیب	I	II
فرمول	$C_{۱۰}H_{۱۴}O$	$C_{۱۰}H_{۱۶}O$
جرم مولی ($g.mol^{-۱}$)	۱۵۰	۱۵۲

بررسی همهٔ گزینه‌ها

گزینهٔ «۱»: با توجه به اختلاف ۲ اتم هیدروژن در فرمول مولکولی دو ترکیب می‌توان گفت ۲ گرم اختلاف جرم دارند.

گزینهٔ «۲»: با توجه به اینکه ترکیب (II) یک پیوند ۲ گانه دارد پس یک مول آن تنها با یک مول $Br_۲(l)$ واکنش می‌دهد.

با استفاده از روش برابری مول به ضریب داریم: $\frac{۳/۸}{۱۵۲} = \frac{x}{۱۶۰} \Rightarrow x = ۴g\,Br_۲$

پس ۳/۸ گرم از ترکیب (II) با ۴ گرم برم واکنش می‌دهد، نه ۶ گرم برم! پس این گزینه نادرست است.

گزینهٔ «۳»: با توجه به متفاوت بودن فرمول مولکولی، دو ترکیب نمی‌توانند همپار (ایزومر) باشند.

گزینهٔ «۴»: $C_{۱۰}H_{۱۴}O + ۱۳O_۲ \rightarrow ۱۰CO_۲ + ۷H_۲O$

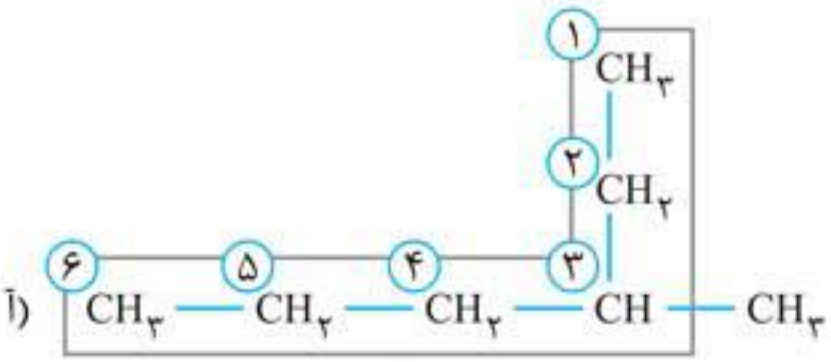
$$LO_۲ = ۷/۵g(I) \times \frac{۱mol(I)}{۱۵۰g(I)} \times \frac{۱۳molO_۲}{۱mol(I)} \times \frac{۲۲/۴LO_۲}{۱molO_۲} = ۱۴/۵۶LO_۲$$

پس گزینهٔ صحیح همین گزینهٔ «۴» است.

۳۵. گزینهٔ «۲» موارد (ب) و (پ) درست هستند.

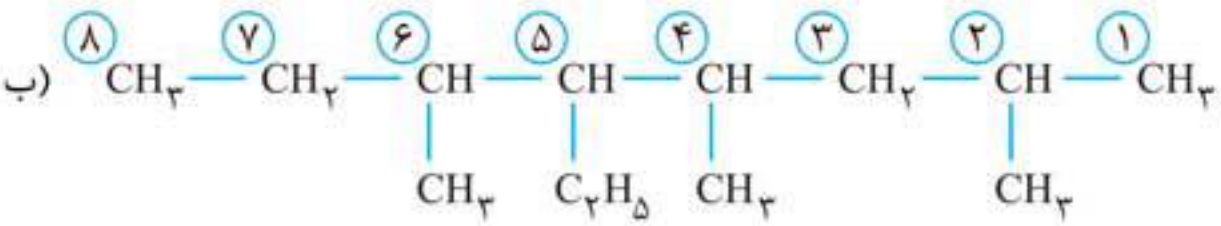
بررسی همهٔ موارد:

آ)



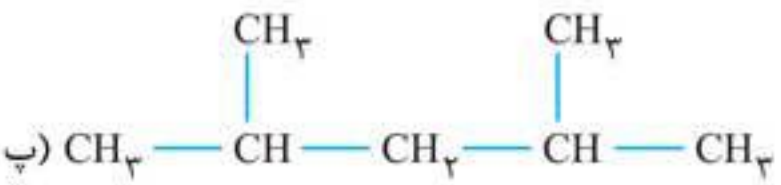
۳- متیل هگزان

ب)

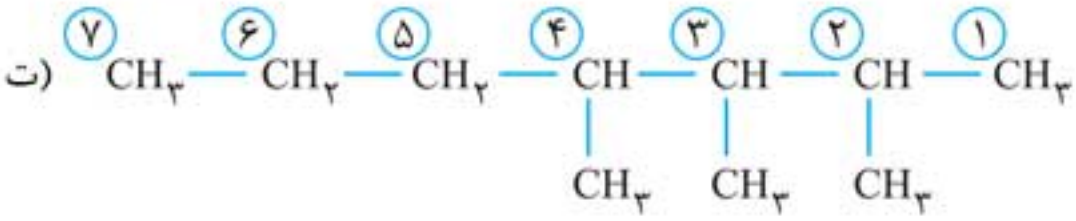


۵- اتیل - ۶،۴،۲- تری متیل اوکتان

پ)



۲، ۴- دی متیل پنتان

ت) 

۲، ۳، ۴- تری متیل هپتان

۳۶. گزینهٔ «۲» دومین عضو آلکن‌ها C_3H_6 می‌باشد.

$$C_3H_6 + Cl_2 \longrightarrow C_3H_6Cl_2$$

روش برابری مول به ضریب اگر جرم ترکیب کلردار را x گرم در نظر بگیریم:

$$\frac{8/4}{42} = \frac{x}{113} \Rightarrow x = 22/6\,g\,C_3H_6Cl_2$$

۳۷. گزینهٔ «۱» یک مول از هر گاز در شرایط STP، ۲۲/۴ لیتر حجم دارد. بر این اساس می‌توان استدلال کرد که جرم یک مول از هیدروکربن موردنظر، برابر (۲/۵×۲۲/۴) گرم می‌باشد و محاسبات استوکیومتری آن به صورت زیر است:

$$\text{جرم مولی هیدروکربن} = 2/5\,g \times \frac{1\,mol}{x\,g} \times \frac{22/4\,L}{1\,mol} = 1\,L \Rightarrow x = 56\,g$$

با توجه به گزینه‌ها، این هیدروکربن دارای ۴ یا ۵ اتم کربن است، از آن‌جائیکه هیدروکربن موردنظر اگر دارای ۵ کربن باشد جرم مولی آن قطعاً بالای ۶۰ گرم (۵×۱۲) خواهد بود، پس هیدروکربن موردنظر سؤال ۴ اتم کربن دارد و می‌توان نوشت:

$$C_4H_x = 56 \Rightarrow (4\times12)+(x\times1) = 56 \Rightarrow x = 8\,H$$

مشخص شد که فرمول مولکولی این هیدروکربن C_4H_8 است. همین‌جا درستی گزینهٔ «۱» مشخص می‌شود، زیرا فرمول نقطه - خط (یا به قول کتاب درسی جدیدتر، فرمول خط - پیوند) آن با C_4H_8 مطابقت دارد، در حالی که فرمول نقطه - خط هیدروکربن گزینهٔ «۳»، نمایانگر فرمول C_4H_{10} است.

اگرچه پاسخ تست مشخص شده، ولی درصد جرمی کربن را در هیدروکربن موردنظر هم حساب می‌کنیم:

$$C_4H_8 \Rightarrow \text{درصد جرمی کربن} = \frac{4\times12}{56}\times100 = \frac{6}{7}\times100 \simeq \%85/71$$

۳۸. گزینهٔ «۴»

۳-متیل هگزان آلکان است و با برم مایع واکنش نمی‌دهد. اما هر مول ۱-هگزن با یک مول Br_2 واکنش می‌دهد.

روش برابری مول به ضریب اگر تعداد مول ۱-هگزن را x در نظر بگیریم، می‌توان نوشت:

$$\frac{x}{1} = \frac{32}{1\times160} \Rightarrow x = 0/2\,mol\,(\text{۱-هگزن})$$

هر مول ۱-هگزن (C_6H_{12}) ۸۴ گرم جرم دارد. بنابراین:

$$\text{جرم ۱-هگزن در مخلوط} = 0/2\times84 = 16/8\,g$$

$$\Rightarrow \text{جرم ۳-متیل هگزان در مخلوط} = 20-16/8 = 3/2\,g$$

در مخلوط پایانی جرم ۳-متیل هگزان همان ۳/۲ گرم است (زیرا در واکنش شرکت نکرده و مصرف نشده است) و جرم کل مخلوط (۳۲+۲۰) یا ۵۲ گرم است. بنابراین:

$$\text{درصد جرمی ۳-متیل هگزان در مخلوط پایانی:} \quad \frac{3/2}{52}\times100 \simeq \%6/15$$

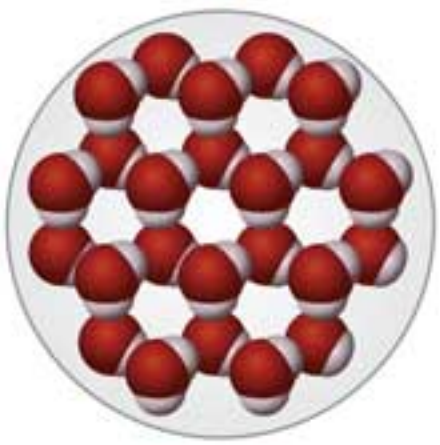
۳ جامد مولکولی

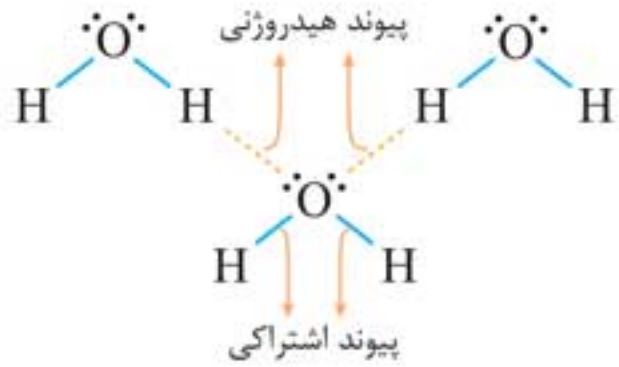
(صفحهٔ ۷۱ تا صفحهٔ ۷۷)

■ اگر ماده‌ای در حالت جامد، از مولکول‌های مجزا از یکدیگر تشکیل شده باشد، به آن جامد نام «جامد مولکولی» می‌دهیم.

بهترین مثال برای جامد مولکولی، یخ است که از مولکول‌های مستقل از هم H_2O تشکیل می‌شود.

■ در ساختار یخ، مولکول‌های آب با تشکیل حلقه‌های شش‌گوشه، شبکه‌ای به‌وجود می‌آورند که در آن، هر اتم اکسیژن با چهار اتم هیدروژن پیوند دارد، دو تا از این پیوندها، اشتراکی و دو پیوند دیگر، هیدروژنی است.





■ **نیروی جاذبهٔ بین مولکول‌ها:** اگر در ساختار مولکول ماده‌ای حداقل یک اتم هیدروژن به یکی از سه اتم F، O یا N متصل باشد، میان مولکول‌های آن ماده جاذبه‌ای از نوع پیوند هیدروژنی برقرار می‌شود. در غیر این‌صورت، جاذبهٔ بین مولکول‌های ماده از نوع وان‌درووالسی خواهد بود.

■ **مقایسهٔ نقطهٔ ذوب جامدهای مولکولی با جامدهای یونی و کووالانسی:** با توجه به این‌که نیروهای وان‌درووالسی و همین‌طور، پیوند هیدروژنی، در مقایسه با پیوندهای کووالانسی و یونی، خیلی ضعیف‌ترند، معمولاً نقطهٔ ذوب و جوش مواد مولکولی در مقایسه با جامدهای کووالانسی به مراتب پایین‌تر است.

به‌عنوان نمونه:

ماده	N_2	H_2O	NaCl	MgO	SiO_2	الماس (C)
نوع جامد	مولکولی	مولکولی	یونی	یونی	کووالانسی	کووالانسی
نقطهٔ ذوب ($^\circ C$)	−۲۰۷	صفر	۸۰۱	۲۸۵۲	≃۱۷۱۳	≃۴۷۰۰

■ جامدهای مولکولی معمولاً کدر و دارای استحکام فیزیکی کم بوده و در اثر ضربه خرد می‌شوند و فاقد رسانایی الکتریکی هستند.

■ **بار جزئی اتم‌ها در یک مولکول:** اگر مولکولی از اتم‌های دو عنصر مختلف تشکیل شده باشد، اتم عنصر دارای خاصیت نافلزی بیشتر، الکترون‌های پیوندی را بیشتر از اتم دیگر به سمت خود کشیده و دارای بار جزئی منفی ($\delta-$) می‌شود. در مقابل، اتم مربوط به عنصر دارای خاصیت نافلزی کم‌تر، دارای بار جزئی مثبت می‌شود.

مثال

$\overset{+\delta}{H}-\overset{-\delta}{F}$ $\quad$ $\overset{+\delta}{C}\equiv\overset{-\delta}{O}$ $\quad$ $\overset{+\delta}{H}\diagup\overset{-\delta}{O}\diagdown\overset{+\delta}{H}$

برای تعیین علامت بار جزئی اتم‌ها در چنین مولکول‌هایی، لازم است ترتیب قدرت نافلزی عنصرهای نافلزی مهم را به صورت زیر حفظ باشید:

خاصیت نافلزی عنصرها: $F > O > Cl \simeq N > Br > I > S > C > P \simeq H$

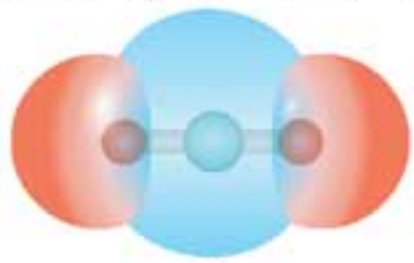
بدیهی است که خاصیت نافلزی عنصرهای شبه‌فلزی کم‌تر از عنصرهای نافلزی است.

▪ **مقایسهٔ تراکم بار الکتریکی اتم‌ها در یک مولکول:** مطابق متن کتاب درسی محترم (شیمی ۳، فصل ۳)، از میان هر دو اتم متعلق به یک مولکول، اتمی که به عنصر دارای خاصیت نافلزی بیشتر تعلق دارد، دارای تراکم بار الکتریکی بیشتری است.

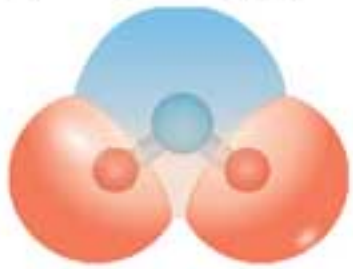
مثال در مولکول‌های H_2O، CO و SO_2، تراکم بار الکتریکی اتم اکسیژن در مقایسه با اتم دیگر، بیشتر است.

▪ **نقشهٔ پتانسیل الکتروستاتیکی:** در این « نقشه» ابر الکترونی هر اتم به‌صورت یک کره نشان داده می‌شود. رنگ ابر الکترونی برای اتم‌های دارای خاصیت نافلزی بیشتر، «قرمز» و برای اتم‌های دارای خاصیت نافلزی کم‌تر، «آبی» است. امّا این‌که آرایش فضایی اتم‌ها نسبت به هم، چگونه است، در چارچوب کتاب درسی قابل تعیین نیست. یعنی آرایش اتم‌ها در مولکول موردنظر، داده می‌شود و شما فقط با استفاده از رنگ‌های آبی و قرمز، اتم‌ها را رنگ‌آمیزی می‌کنید. در نهایت، اگر مرکز ثقل دو رنگ بر یکدیگر منطبق باشد، مولکول ناقطبی است، در غیر این‌صورت، مولکول قطبی است.

▪ **نحوهٔ تعیین شکل فضایی و قطبی یا ناقطبی بودن مولکول:** اگر طراح تستی پیدا شد که آرایش فضایی اتم‌ها در مولکول را برای ما مشخص نکرد و نقشهٔ پتانسیل مولکولی مثل SO_2 را مورد سؤال قرار داد، چه باید کرد؟ فرض کنید هر دو شکل زیر در گزینه‌ها داده شده، کدوم را انتخاب کنیم؟



(آ)



(ب)

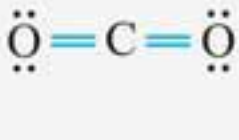
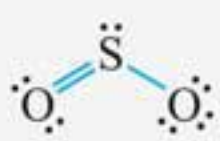
اگر مولکول SO_2 را به شکل (آ) در نظر بگیریم، ناقطبی و اگر به شکل (ب) در نظر بگیریم، قطبی خواهد بود. حالا کدوم شکلیه؟! اینو نظریهٔ VSEPR به‌راحتی مشخص می‌کنه. این نظریه که از کتاب درسی ریشه‌کن شده! پس چه کار کنیم؟ چه جوری قطبی بودن یا نبودن مولکولی مثل SO_2 را مشخص کنیم؟ با تکیه بر قواعد زیر (بی آن‌که با نظریهٔ VSEPR و قواعد مربوط به آن درگیر شویم) می‌توان نقشهٔ پتانسیل و نیز، قطبیت مولکول‌ها را مشخص نمود:

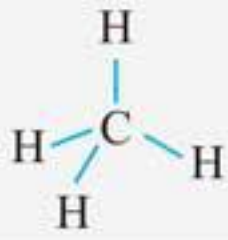
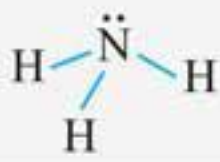
قواعد رسم نقشهٔ پتانسیل الکتروستاتیکی مولکول‌ها:

۱ ساختار لوویس مولکول را رسم می‌کنیم تا تعداد جفت الکترون پیوندی و ناپیوندی اتم مرکزی مشخص شود.

۲ تعداد قلمرو اتم مرکزی را به این ترتیب تعیین می‌کنیم که هر اتم متصل به اتم مرکزی را یک قلمرو و هر جفت الکترون ناپیوندی اتم مرکزی را هم یک قلمرو به حساب می‌آوریم.

۲ مطابق جدول زیر، آرایش اتم‌ها در مولکول را مشخص می‌کنیم:
(ق : قلمرو اتم مرکزی) (ج : جفت الکترون ناپیوندی اتم مرکزی)

ترکیب	CO_2	CO	SO_3	SO_2
ساختار لوویس				
تعداد (ق)	۲		۳	
تعداد (ج)	۰	۱	۰	۱
آرایش هندسی				

ترکیب	CH_4	NH_3	H_2O
ساختار لوویس			
تعداد (ق)	۴		
تعداد (ج)	۰	۱	۲
آرایش هندسی			

برای رسم نقشهٔ پتانسیل یک مولکول، اول ساختار لوویس مولکول را رسم می‌کنیم تا با توجه به تعداد قلمروی اتم مرکزی، آرایش اتم‌ها در مولکول مشخص شود. آن‌گاه با توجه به خاصیت نافلزی نسبی اتم‌ها، اقدام به رنگ‌آمیزی اتم‌ها می‌کنیم، به‌گونه‌ای که میان هر دو اتم دارای پیوند اشتراکی، اتم دارای خاصیت نافلزی بیشتر را با رنگ قرمز و اتم دیگر را با رنگ آبی مشخص می‌کنیم.

دقت کنید ترتیب زیر از نظر خاصیت نافلزی را لازم است حفظ باشید:

خاصیت نافلزی : $F > O > Cl \simeq N > Br > I > S > C > P \simeq H$

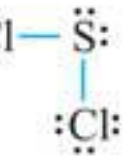
مثال SCl_2

۱ برای رسم ساختار لوویس، تعداد پیوند کووالانسی را تعیین می‌کنیم:

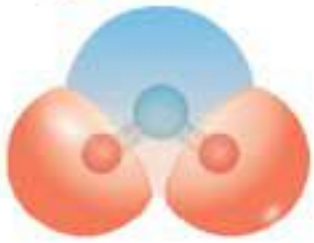
$a = \text{مجموع الکترون‌های ظرفیتی} = \underline{۶} + ۲(\underline{۷}) = ۲۰$

$\underline{۶}$ ← تعداد الکترون ظرفیتی گوگرد
$\underline{۷}$ ← تعداد الکترون ظرفیتی کلر

$b = \text{مجموع الکترون‌های لازم برای هشت‌تایی شدن} = ۳ \times ۸ = ۲۴$

$\Rightarrow \text{تعداد پیوند کووالانسی} = \frac{۱}{۲}(۲۴ - ۲۰) = ۲ \Rightarrow$ 

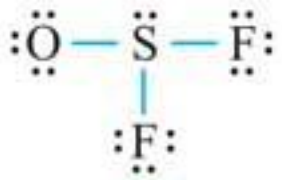
۲ پس اتم مرکزی ۴ قلمرو دارد که ۲ قلمرو آن به جفت الکترون ناپیوندی مربوط است.
بنابراین آرایش اتم‌ها به‌صورت روبه‌روست:



۳ از آن‌جا که خاصیت نافلزی کلر در مقایسه با گوگرد بیشتر است،
نقشهٔ پتانسیل این مولکول به‌صورت مقابل رسم می‌شود:

مثال SOF_2

۱ رسم ساختار لوویس: اگر مراحل مربوط را دنبال کنیم،
ساختار لوویس آن به‌صورت روبه‌رو رسم می‌شود:

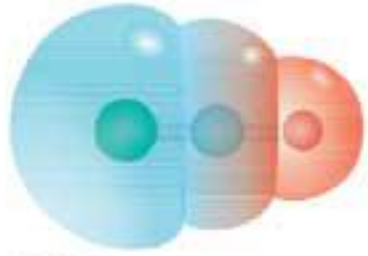


۲ بنابراین اتم مرکزی ۴ قلمروی الکترونی دارد و
آرایش اتم‌ها به‌صورت مقابل است:

۳ برای رسم نقشهٔ پتانسیل این مولکول، باید توجه کنید که هم فلوئور و
هم اکسیژن، در مقایسه با گوگرد خاصیت نافلزی بیشتری دارند.

مثال به نقشهٔ پتانسیل الکتروستاتیکی چند مولکول توجه کنید:

هیدروژن‌سیانید (HCN)



کربونیل‌سولفید (SCO)

گوگرددی‌اکسید (SO_2)

▪ تشخیص قطبی بودن یا نبودن یک مولکول:

در مورد مولکولی که نقشهٔ پتانسیل آن رسم شده باشد، کافی است ارزیابی کنیم که آیا مرکز ثقل رنگ‌های آبی و قرمز بر هم منطبق است یا خیر. اگر منطبق باشد، مولکول ناقطبی است و اگر منطبق نباشد، مولکول قطبی است.

تذکر احتمال این‌که طراح کنکور نقشهٔ پتانسیل مولکول را رسم کرده و با توجه به آن، قطبی یا ناقطبی بودن مولکول را مورد سؤال قرار دهد، بسیار کم است. احتمال خیلی بیشتری وجود دارد که قطبی بودن یک مولکول که صرفاً نام یا فرمول آن نوشته شده است، مورد سؤال قرار گیرد.

مانند تست زیر:

مثال ◂ **کدام مولکول ناقطبی است؟**

۱) SO_2 ۲) CH_2O ۳) $CHCl_3$ ۴) SO_3

پاسخ در مورد چنین تستی، فقط یک «فوق نابغه» ممکن است بخواهد با رسم نقشه‌های پتانسیل الکتروستاتیکی مولکول‌ها به تست پاسخ دهد!

خُب! پس چه باید کرد؟ چارهٔ کار، یادگیری این قواعد است:

مثال ◂ **کدام دو ترکیب ایزومر یکدیگرند؟**

آ) ۲- متیل پنتان و سیکلوهگزان **ب) بوتانون و دی‌اتیل اتر**

پ) متیل پنتانوآت و ۲- هگزانون **ت) هگزانال و ۲- هگزانول**

ث) پنتانوییک اسید و اتیل پروپانوآت **ج)**

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

پاسخ **گزینهٔ «۲»** ترکیب‌های ارائه‌شده در «ث»، ایزومر یکدیگرند.

ترکیب‌های ارائه‌شده در «ج» نیز ایزومر یکدیگرند.

آ) آلکان و سیکلوآلکان، هرگز نمی‌توانند ایزومر هم باشند.

ب) کتون و اتر، عمراً نمی‌توانند ایزومر هم باشند.

پ) استر و کتون، هیچگاه نمی‌توانند ایزومر هم باشند.

ت) آلدهید و الکل ممکن نیست ایزومر هم باشند.

ث) کربوکسیلیک اسید و استر در صورت برابری تعداد کربن، ایزومر هم هستند.

ج) فرمول عمومی دو ترکیب یکسان است: $C_nH_{2n}O$

تعداد کربن دو ترکیب هم یکسان است: ۶ اتم کربن ⇐ پس قطعاً ایزومر یکدیگرند.

تعداد پیوندهای کووالانسی در ترکیب‌های آلی

جهت یادآوری:

✓ در ترکیب‌های آلی، تعداد الکترون پیوندی مربوط به هر یک از عنصرها مطابق جدول زیر است:

عنصر	C	N	O	H	هالوژن
تعداد الکترون تکی	۴	۳	۲	۱	۱

با توجه به این‌که تعداد پیوندهای کووالانسی نصف تعداد الکترون‌های پیوندی است، به راحتی می‌توان از روی فرمول مولکولی ترکیب، تعداد پیوند کووالانسی را محاسبه کرد:

$$\text{تعداد پیوند کووالانسی} = \frac{۱}{۲}(\text{مجموع الکترون‌های تکی در آرایش الکترون - نقطه‌ای})$$

همان‌طور که در بخش ساختار لوویس نیز گفته شد، رابطهٔ بالا غالباً در همهٔ ترکیبات مولکولی که از قاعده هشتایی پیروی می‌کنند، صدق می‌کند، چه ترکیب آلی باشد چه غیرآلی (معدنی).

مثال ◂ **تعداد پیوند کووالانسی در مولکول اتیل‌هگزانوات چقدر است؟**

پاسخ

$$\text{استر: } C_nH_{2n}O_2 \Rightarrow C_8H_{16}O_2 \Rightarrow \text{۸ اتم کربن} \Rightarrow \text{اتیل‌هگزانوات}$$

$$\Rightarrow \text{تعداد پیوند کووالانسی} = \frac{۱}{۲}[(۸\times۴)+(۱۶\times۱)+(۲\times۲)] = ۲۶$$

◂ **تعداد پیوند کووالانسی در ترکیب روبه‌رو:**

پاسخ این ترکیب ۱۶ اتم کربن دارد و تعداد N و O، به ترتیب برابر ۳ و ۵ است.

$$\Rightarrow \text{تعداد H} = ۲(۱۶)+۲+۳-۲(۷)-۲(۳) = ۱۷$$

پس فرمول مولکولی ترکیب، $C_{16}H_{17}N_3O_5$ است. بنابراین:

$$\text{تعداد پیوند کووالانسی} = \frac{۱}{۲}[(۱۶\times۴)+(۱۷\times۱)+(۳\times۳)+(۵\times۲)] = ۵۰$$

توجه با توجه به فرمول مولکولی عمومی هر یک از خانواده‌های آلی، تعداد پیوند کووالانسی هر خانواده را بر حسب تعداد کربن (n) می‌توان حساب کرد:

خانواده	آلکان	آلکن	آلکین	اتر و الکل
فرمول عمومی	C_nH_{2n+2}	C_nH_{2n}	C_nH_{2n-2}	$C_nH_{2n+2}O$
تعداد پیوند کووالانسی	$3n+1$	$3n$	$3n-1$	$3n+2$

خانواده	اسید و استر	آمین	آمید
فرمول عمومی	$C_nH_{2n}O_2$	$C_nH_{2n+3}N$	$C_nH_{2n+1}NO$
تعداد پیوند کووالانسی	$3n+2$	$3n+3$	$3n+3$

مثال ◂ **در مولکول آلکانی ۱۹ پیوند کووالانسی وجود دارد. نسبت تعداد H به تعداد C آن چقدر است؟**

پاسخ

آلکان: C_nH_{2n+2} ⇒ تعداد پیوند کووالانسی $= \frac{1}{2}(4n+2n+2) = 3n+1$

$\Rightarrow 3n+1=19 \Rightarrow n=6 \Rightarrow C_6H_{14}$

$\Rightarrow \frac{\text{تعداد H}}{\text{تعداد C}} = \frac{14}{6} = \frac{7}{3}$

واکنش‌های مهم مربوط به ترکیب‌های آلی

۱ **سوختن کامل:** اگر ترکیبی از خانوادهٔ هیدروکربن‌ها یا ترکیب‌های آلی اکسیژن‌دار به طور کامل بسوزد، H_2O و CO_2 پدید می‌آید.

توجه عمده‌ترین ترکیب‌های آلی که سوختن آن‌ها مطرح می‌شود، آلکان‌ها می‌باشند. از این‌رو، بهتر است با معادلهٔ کلی سوختن کامل آلکان‌ها دقیقاً آشنا باشید:

$$C_nH_{2n+2} + (\frac{3n+1}{2})O_2 \longrightarrow n\,CO_2 + (n+1)H_2O$$

مثال ◂ **سوختن کامل ۲۰ گرم ۲، ۳ ـ دی‌متیل پنتان با تولید چند گرم H_2O همراه است و حجم گاز CO_2 حاصل در شرایط STP چند لیتر است؟** **$(C=12, H=1, O=16 : g.mol^{-1})$**

پاسخ

$1C_7H_{16} \sim 7CO_2 , 8H_2O$

$$20g\,C_7H_{16} \times \frac{1mol\,C_7H_{16}}{100g\,C_7H_{16}} \times \frac{8mol\,H_2O}{1mol\,C_7H_{16}} \times \frac{18g\,H_2O}{1mol\,H_2O} = 28/8g\,H_2O$$

$$20g\,C_7H_{16} \times \frac{1mol\,C_7H_{16}}{100g\,C_7H_{16}} \times \frac{7mol\,CO_2}{1mol\,C_7H_{16}} \times \frac{22/4L\,CO_2}{1mol\,CO_2} = 31/36L\,CO_2$$

روش برابری مول به ضریب

$$\frac{20}{100\times1} = \frac{x}{18\times8} \Rightarrow x = 28/8gH_2O$$

$$\frac{20}{100\times1} = \frac{x}{22/4\times7} \Rightarrow x = 31/36LCO_2$$

توجه اگر سوختن هیدروکربن‌ها ناقص باشد، قسمتی از کربن‌های مادهٔ سوختنی به دوده $C(s)$ و $CO(g)$ تبدیل می‌شوند.

سوختن هیدروکربن در شرایطی به صورت ناقص انجام می‌گیرد که مقدار گاز اکسیژن در محیط انجام واکنش، به حد کافی نباشد.

۲ هیدروژن‌دار شدن هیدروکربن‌های سیرنشده:

$$\text{آلکان} + H_2 \longrightarrow \text{آلکن}$$
$$\text{آلکان} + 2H_2 \longrightarrow \text{آلکین}$$

۳ سایر واکنش‌های افزایشی آلکن‌ها و آلکین‌ها:

✓ **تهیهٔ اتانول از اتن:**

$$CH_2=CH_2 + H_2O \xrightarrow{H_2SO_4} CH_3-\underset{OH}{CH_2}$$

↓ دارای خاصیت ضدعفونی‌کنندگی

✓ **تهیهٔ کلرواتان از اتن:**

$$CH_2=CH_2 + HCl \longrightarrow CH_3-\underset{Cl}{CH_2}$$

↓ بی‌حس‌کنندهٔ موضعی

✓ **بی‌رنگ شدن آب برم توسط اتن:**

$$CH_2=CH_2 + Br_2 \longrightarrow \underset{Br}{CH_2}-\underset{Br}{CH_2}$$

✓ **تهیهٔ وینیل‌کلرید از اتین:**

$$CH\equiv CH + HCl \longrightarrow CH_2=\underset{Cl}{CH}$$

↓ مونومر P.V.C

۴ استری شدن اسید آلی با الکل:

$$\text{آب} + \text{استر} \xrightleftharpoons{H_2SO_4} \text{الکل} + \text{کربوکسیلیک‌اسید}$$

نکته تعداد کربن استر با مجموع تعداد کربن اسید و الکل سازندهٔ آن برابر است.

توجه نام کلی استر به صورت آلکیل‌آلکانوات است که آلکیل از نام الکل و آلکانوات از نام کربوکسیلیک‌اسید گرفته می‌شود.

مثال

◂ **نام و فرمول مولکولی استر حاصل از واکنش اتانول با هگزانوئیک‌اسید؟**

پاسخ

اتیل‌هگزانوآت: نام استر

تعداد کربن استر $= ۲ + ۶ = ۸$

$C_nH_{2n}O_2 \Rightarrow$ فرمول مولکولی $= C_8H_{16}O_2$

◂ **نام اسید و الکل سازندهٔ متیل بوتانوات؟**

پاسخ

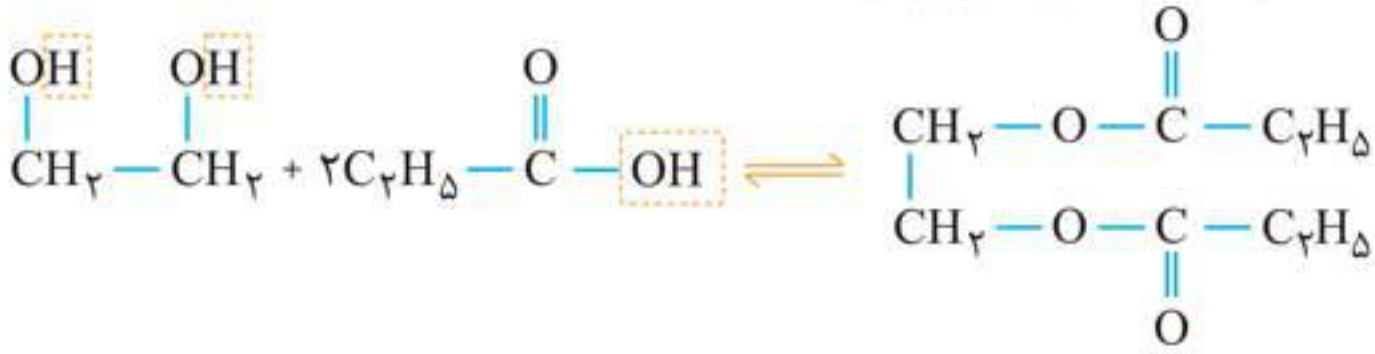
متیل بوتانوآت

- متیل ← متانول = نام الکل
- بوتانوآت ← بوتانوئیک اسید = نام اسید

توجه هر مولکول الکل دو عاملی با دو مولکول کربوکسیلیک‌اسید واکنش داده و استر دو عاملی پدید می‌آورد.

$$\text{الکل ۲عاملی} + ۲H_۲O \rightleftharpoons \text{استر ۲ عاملی} + \text{(کربوکسیلیک‌اسید) ۲}$$

مثال واکنش اتیلن گلیکول با پروپانوئیک اسید:



فرمول مولکولی استر حاصل از واکنش اتیلن‌گلیکول با پروپانوئیک‌اسید؟

پاسخ

$$\text{تعداد کربن} = ۲ + (۲ \times ۳) = ۸$$

$$\text{استر دو عاملی} \Rightarrow C_nH_{۲n-۲}O_۴ \Rightarrow C_۸H_{۱۴}O_۴$$

توجه هرمولکول الکل ۳ عاملی با سه مولکول کربوکسیلیک‌اسید واکنش داده و استر ۳ عاملی $(C_nH_{۲n-۴}O_۶)$ پدید می‌آورد. $\text{الکل ۳عاملی} + \text{(کربوکسیلیک‌اسید)۳} \xrightleftharpoons{H_۲SO_۴} \text{استر ۳عاملی} + ۳H_۲O$

مثال ◂ فرمول مولکولی استر حاصل از واکنش گلیسرول با اتانوئیک‌اسید؟

$$C_۳H_۵(OH)_۳ + ۳CH_۳COOH \xrightleftharpoons{H_۲SO_۴} C_۳H_۵(OCOCH_۳)_۳ + ۳H_۲O$$

پاسخ

$$\text{تعداد کربن} = ۳ + (۳ \times ۲) = ۹$$

$$\text{استر ۳عاملی} \Rightarrow C_nH_{۲n-۴}O_۶ \Rightarrow C_۹H_{۱۴}O_۶$$

۵ آبکافت استر: $\text{استر} + H_۲O \rightleftharpoons \text{الکل} + \text{کربوکسیلیک‌اسید}$

مثال ◂ نام اسید و الکل حاصل از آبکافت اتیل‌پنتانوات:

پاسخ

اتیل پنتانوآت
- اتانول ← تشکیل الکل
- پنتانوئیک‌اسید ← تشکیل اسیدآلی

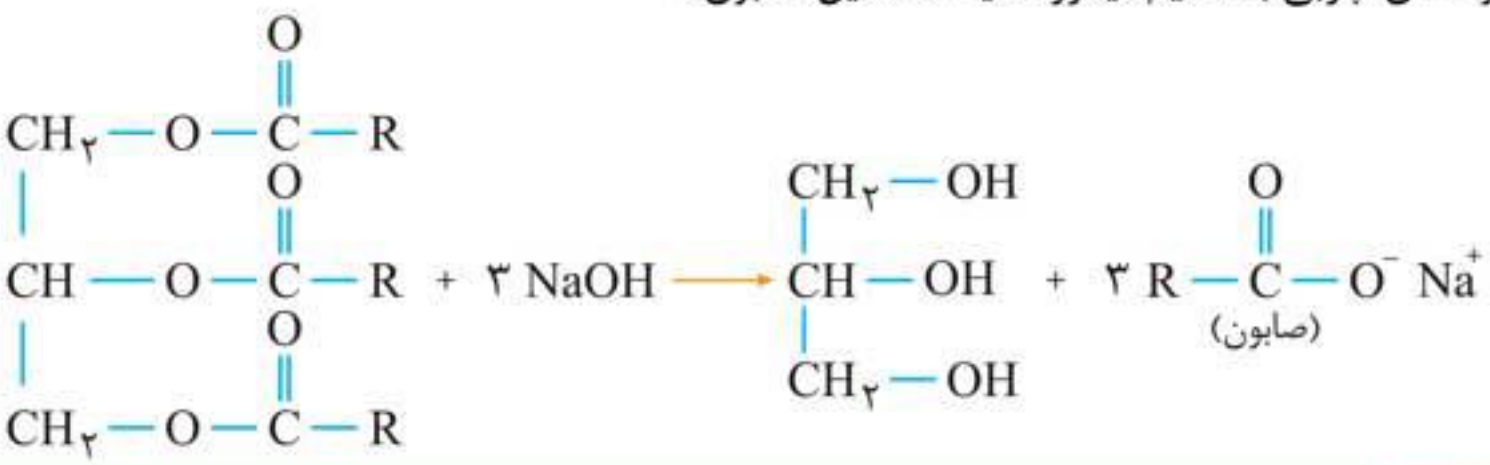
◂ **از آبکافت استری با فرمول مولکولی $C_۸H_{۱۶}O_۲$، پروپانوئیک‌اسید و یک الکل به‌دست آمده است. الکل تولیدشده، کدام است؟**

۱) ۲- متیل -۱- بوتانول
۲) ۲- بوتانول
۳) ۳- متیل -۱- پنتانول
۴) ۱- هگزانول

پاسخ **گزینهٔ «۱»** استر ۸ کربن و اسید، ۳ کربن دارد. چون استر یک عاملی است، پس تعداد کربن الکل برابر است با: $۸ - ۳ = ۵$.

الکل ارائه‌شده در گزینهٔ «۱»، دارای ۵ کربن است.

۶ واکنش چربی با سدیم‌هیدروکسید (تشکیل صابون):



توجه اولاً: هر مول چربی با ۳ مول NaOH واکنش می‌دهد.
دوماً: از هر مول چربی، ۳ مول صابون و یک مول گلیسرول تولید می‌شود.

۷ واکنش اسید آلی با باز:

آب + نمک ⟵ باز + کربوکسیلیک‌اسید

مثال

۸ واکنش تهیهٔ آمید از اثر آمین یا آمونیاک بر اسید آلی:

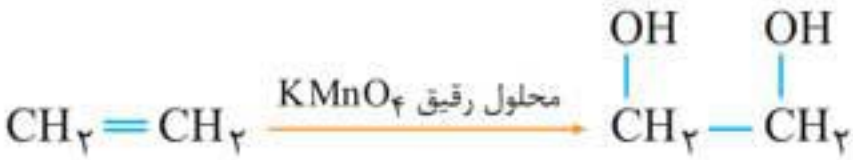
کربوکسیلیک‌اسید + آمین یا آمونیاک ⟵ آمید + H_2O

مثال

۹ واکنش آبکافت آمید:

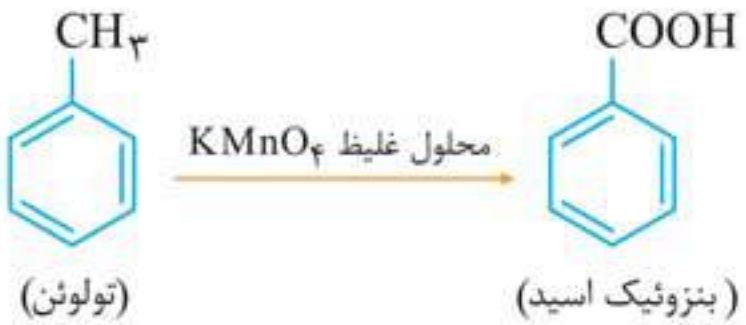
۱۰ اکسایش ترکیب‌های آلی:

✓ **اکسایش آلکن:** با اکسایش اتن توسط محلول رقیق پتاسیم‌پرمنگنات، اتیلن‌گلیکول حاصل می‌شود.



✓ **اکسایش پارازایلن:** با اکسایش پارازایلن توسط محلول غلیظ پتاسیم‌پرمنگنات، ترفتالیک‌اسید حاصل می‌شود:

✓ اکسایش تولوئن:



✓ اکسایش الکل:

توجه جزئیات اکسایش الکل‌ها و آلدهیدها قابل طرح در کنکور نیست.

⓫ واکنش‌های مربوط به سنتز PET

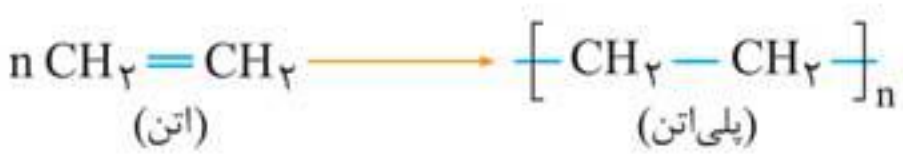
✓ PET یعنی پلی‌اتیلن ترفتالات

PET پلی‌استری است که پلاستیک سازندهٔ بطری آب را از آن می‌سازند. مراحل تهیهٔ PET:

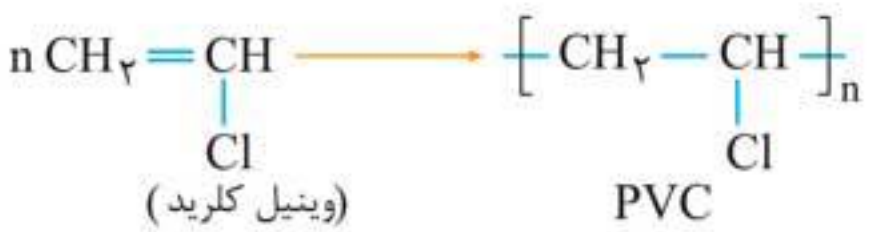
⓬ واکنش‌های پلیمر شدن

✓ پلیمرشدن از طریق پیوند $C=C$:

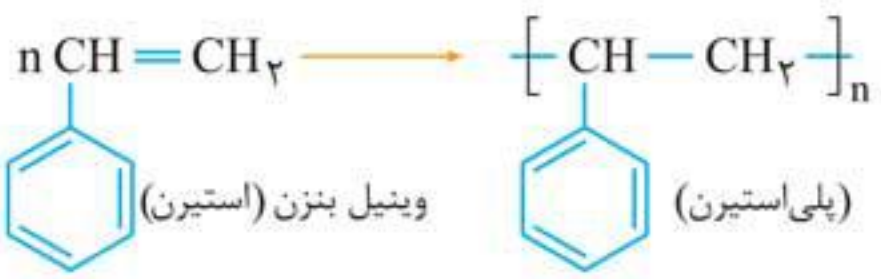
(کاربرد: تهیهٔ انواع پلاستیک)



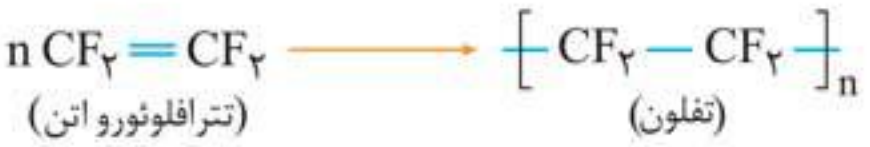
(کاربرد: تهیهٔ کیسهٔ خون)



(کاربرد: تهیهٔ ظروف یکبار مصرف)

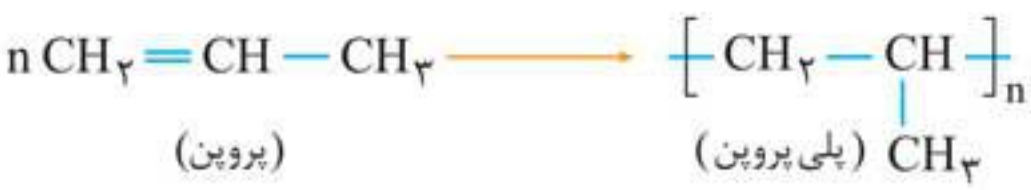


(کاربرد: تهیهٔ نخ دندان و نوار تفلون)



(کاربرد: تهیهٔ پتو)

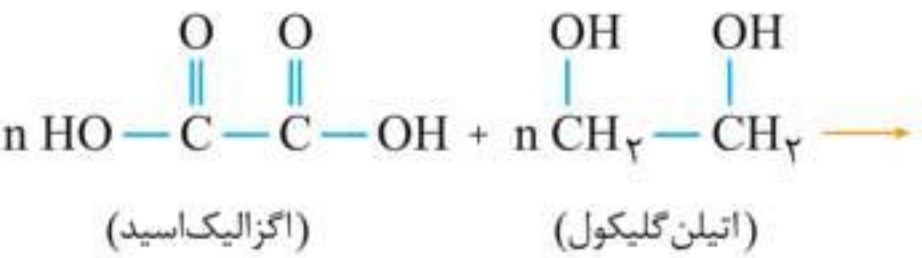
(کاربرد: تهیهٔ سرنگ)

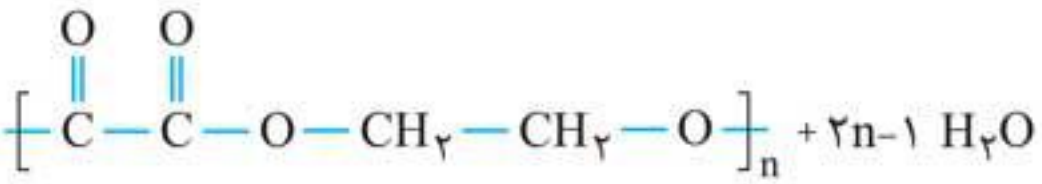


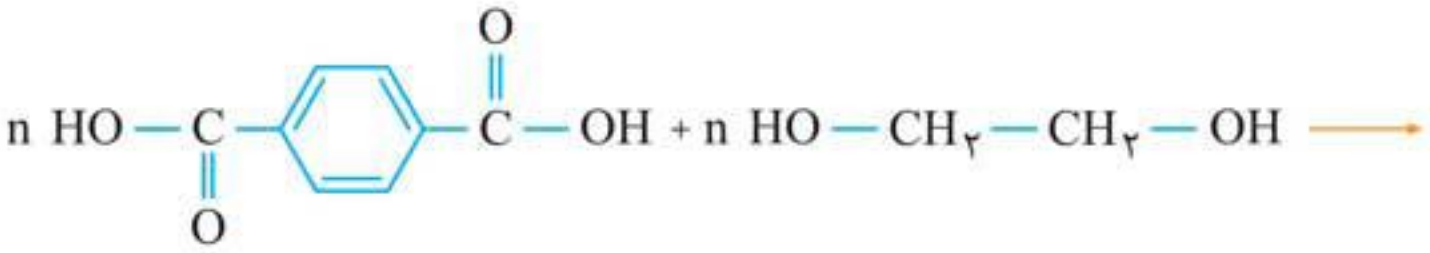
✓ **پلیمر شدن با حذف مولکول‌هایی مانند آب:**

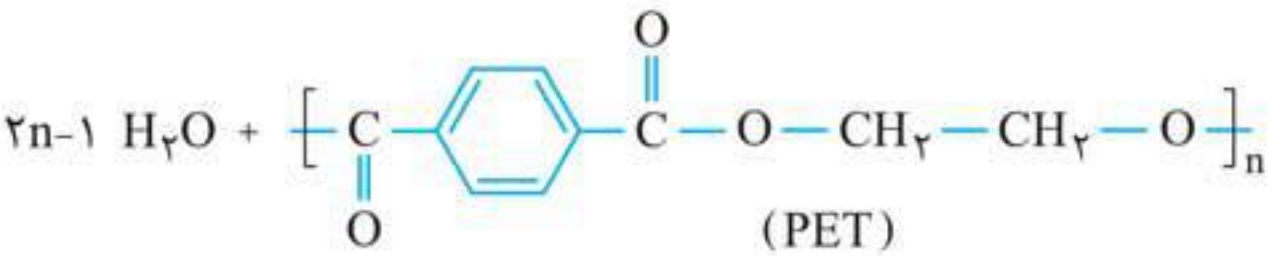
آب + پلی‌استر ⟶ الکل ۲ عاملی + کربوکسیلیک‌اسید ۲ عاملی

مثال









تذکر از ترکیب n مول اسید ۲ عاملی و n مول الکل ۲ عاملی، (۲n − ۱) مول آب تولید می‌شود ولی مکن است تعداد مول آب به طور تقریبی ۲n در نظر گرفته شود.

آب + پلی‌آمید ⟶ آمین دوعاملی + کربوکسیلیک‌اسید ۲ عاملی

مثال