## فرمول نویسی ترکیبات یونی

① فلزها برای رسیدن به آرایش الکترونی گاز های نجیب دوره قبل از خود الکترون از دست میدهند مع حاصل

نافلزها برای رسیدن به آرایش الکترونی هم دوره ای خود پایین از خود الکترون به دست میآورند ← آنیون

## یون های تک اتمی

| ۱۴ | ۱۵ | ۱۶ | ۱۷ |
|---|---|---|---|
| | $N^{3-}$ نیترید | $O^{2-}$ | $F^-$ |
| | $P^{3-}$ فسفید | $S^{2-}$ | $Cl^-$ |
| | | | $Br^-$ |
| $_{50}Sn$ | | | $I^-$ |
| $_{82}Pb$ | | | |

آنیون های تک اتمی

در پیوندهای یونی شرکت میکنند

| گروه اول $A^+$ | گروه دوم $A^{2+}$ | گروه ۱۳ |
|---|---|---|
| $Li^+$ | $Be^{2+}$ | |
| $Na^+$ | $Mg^{2+}$ | $Al^{3+}$ |
| $K^+$ | $Ca^{2+}$ | |
| $Rb^+$ | $Sr^{2+}$ | |
| $Cs^+$ | $Ba^{2+}$ | |

در عناصر اصلی عدد اکسایش مثبت و منفی هر عنصر با هم برابر ۸ است.

استثناء: فلز دوره ۱۳ یا عضو یون های $4+$ داریم. ۵۰

ولی یون های آنها با آرایش گاز نجیب میسازند.

ولی جمع یون های تک اتمی آنها با آرایش گاز نجیب میرسند.

## یون های تک ظرفیتی

← برای این عناصر تک ظرفیتی مثل $Mg^{2+}$ نباید بگوییم Mg (۲)

← فقط برای یون های چند ظرفیتی منظور اعداد رومی مانوشت مثل $Sn^{2+}$ (II) قلع * $Sn^{4+}$ (IV) قلع

| SC | $Ti^{\circ}$ | V | Cr | Mn | Fe | Co | Ni | Cu | Zn |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $Sc^{3+}$ | $Ti^{2+}$ | $V^{3+}$ | $Cr^{2+}$ | $Mn^{2+}$ | $Fe^{2+}$ | $Co^{2+}$ | $Ni^{2+}$ | $Cu^{2+}$ | $Zn^{2+}$ |
| | $Ti^{4+}$ | $V^{5+}$ | $Cr^{3+}$ | $Mn^{3+}$ | $Fe^{3+}$ | $Co^{3+}$ | $Ni^{3+}$ | $Cu^{+}$ | |
| | | Ar | Ar | | | | | | |

دوره ۴ عناصر واسطه

سه آرایش Ar میرسد

← برخی یون های عناصر واسطه با آرایش گاز نجیب نمیسازند. یعنی پایدارتر هستند از آنهایی که با آرایش گاز نجیب ماقبل هستند مثل $Sc^{3+}$

| | | | | | | | | Ag نقره | Cd کادمیم |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | $Ag^{+}$ | $Cd^{2+}$ |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | | | Hg جیوه |
| | | | $Hg^{2+}$ |

| | | | |
|---|---|---|---|
| $Cr^{2+}$ | کروم (II) ـ کرومو | $Cu^{2+}$ | مس (II) ـ کوپریک |
| $Cr^{3+}$ | کروم (III) ـ کرومیک | $Cu^{+}$ | مس (I) ـ کوپرو |
| $Fe^{2+}$ | آهن (II) ـ فرو | $Sn^{2+}$ | قلع (II) ـ استانو |
| $Fe^{3+}$ | آهن (III) ـ فریک | $Sn^{4+}$ | قلع (IV) ـ استانیک |

## یون های چند اتمی

| | | | |
|---|---|---|---|
| نیترات ← $NO_3^-$ | سولفات ← $SO_4^{2-}$ | کربنات ← $CO_3^{2-}$ | آزید ← $N_3^-$ |
| نیتریت ← $NO_2^-$ | سولفیت ← $SO_3^{2-}$ | فسفات ← $PO_4^{3-}$ | پراکسید ← $O_2^{2-}$ |
| | سولفید ← $S^{2-}$ | | کاربید ← $C_2^{2-}$ |
| | | | هیدروکسید ← $OH^-$ |
| کرومات ← $CrO_4^{2-}$ | پرمنگنات ← $MnO_4^-$ | | سیانید ← $CN^-$ |
| دی کرومات ← $Cr_2O_7^{2-}$ | منگنات ← $MnO_4^{2-}$ | | آمونیوم ← $NH_4^+$ (آمونیاک : $NH_3$) |

| | | | |
|---|---|---|---|
| پرکلرات ← $ClO_4^-$ | کلرات ← $ClO_3^-$ | کلریت ← $ClO_2^-$ | هیپوکلریت ← $ClO^-$ |
| پربرمات ← $BrO_4^-$ | برمات ← $BrO_3^-$ | برمیت ← $BrO_2^-$ | هیپوبرمیت ← $BrO^-$ |
| پریدات ← $IO_4^-$ | یدات ← $IO_3^-$ | یدیت ← $IO_2^-$ | هیپویدیت ← $IO^-$ |

**نکته** ←

آنیون‌های -۲ و -۳ با از دست دادن هیدروژن، ۱- اضافه می‌شود یک بار منفی‌تر می‌شوند.

مثال ↓

کربنات ← $CO_3^{2-}$

هیدروژن کربنات (بی‌کربنات) $HCO_3^-$

سولفات ← $SO_4^{2-}$

هیدروژن سولفات ← $HSO_4^-$

فسفات ← $PO_4^{3-}$

هیدروژن فسفات ← $HPO_4^{2-}$

دی هیدروژن فسفات ← $H_2PO_4^-$

**نکته** ← (کربوکسیلیک اسیدها).

$-COOH$ or $R-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-OH$

(گروه عاملی کربوکسیل)

مثال ① ← (فرمیک اسید) متانوئیک اسید

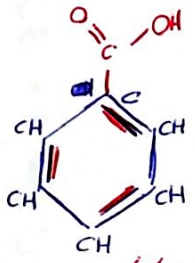
$H-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-OH \rightarrow HCOOH$

مثال ② ← (استیک اسید) اتانوئیک اسید

$CH_3COOH$ or $CH_3-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-OH$

مثال ③ ← بنزوئیک اسید

$C_6H_5COOH$



مثال ④ ← اگزالیک اسید ← یک دی کربوکسیلیک اسید (دو عاملی)

$C_2H_2O_4$

$OH-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-OH$

**نکته** ←

کربوکسیلات ← (کربوکسیلیک اسید) $\xrightarrow[\text{اسیدی}]{-H}$

متانوئیک اسید (فرمیک اسید) ($HCOOH$) $\xrightarrow{-H}$ $HCOO^-$ یا $HCO_2^-$ (متانوات (فرمات))

اتانوئیک اسید (استیک اسید) ($CH_3COOH$) $\xrightarrow{-H}$ $CH_3COO^-$ یا $CH_3CO_2^-$ (اتانوات) استات

بنزوئیک اسید ($C_6H_5COOH$) $\xrightarrow{-H}$ بنزوآت $C_6H_5CO_2^-$

اگزالیک اسید ($C_2H_2O_4$) $\xrightarrow{-2H}$ اگزالات $C_2O_4^{2-}$

(دو هیدروژن اسیدی)

«طریقه فرمول نویسی ترکیبات یونی»

کاتیون + آنیون

آلومینیوم اکسید ← $Al^{3+}\ O^{2-} \rightarrow Al_2O_3$

ضلع اکسید ← $Ca^{2+}\ O^{2-} \rightarrow CaO$

پتاسیم فسفات ← $K^+\ PO_4^{3-} \rightarrow K_3PO_4$

لیتیم پراکسید ← $Li^+\ O_2^{2-} \rightarrow Li_2O_2$

آمونیوم دی کرومات ← $NH_4^+\ Cr_2O_7^{2-} \rightarrow (NH_4)_2Cr_2O_7$

روی استات ← $Zn^{2+}\ CH_3COO^- \rightarrow Zn(CH_3COO)_2$

سدیم بنزوآت ← $Na^+\ C_6H_5CO_2^- \rightarrow NaC_6H_5CO_2$

آهن (III) سولفات ← $Fe^{3+}\ SO_4^{2-} \rightarrow Fe_2(SO_4)_3$

پتاسیم پرمنگنات ← $KMnO_4$ ✓

روی پرکلرات ← $Zn(ClO_4)_2$ ✓

منیزیم هیپوکلریت ← $Mg(ClO)_2$ ✓

کلسیم هیدروژن فسفات ← $CaHPO_4$ ✓

استرانسیم نیترید ← $Sr_3N_2$ ✓

کرومیک منگنات ← $Cr_2(MnO_4)_3$ ✓

آمونیوم سولفیت ← $(NH_4)_2SO_3$ ✓

کلسیم اگزالات ← $CaC_2O_4$ ✓

## سؤال های تفکری

چند نوع عنصر؟
۱) تعداد اتم؟
۳) نسبت شمار آنیون به کاتیون؟
۴) ترکیب یونی چند تایی؟ ← تعداد عناصر را بشمارید

مثال ← $(NH_4)_2Cr_2O_7$ ← آمونیوم دی کرومات

۴ نوع عنصر ( N - H - Cr - O )

۱۹ اتم

$\frac{1}{2}$

ترکیب یونی چند تایی ⇐ (۴) ⇐ ترکیب یونی چند تایی

نسبت ← $\frac{\text{تعداد آنیون}}{\text{تعداد کاتیون}} = \frac{\text{بار کاتیون}}{\text{بار آنیون}}$ (معکوس)

(۲) = $\frac{\text{کاتیون}}{\text{آنیون}}$

مثال ① → لیتیم پراکسید ⇐ $Li^{+}$ $O_2^{2-}$ ⇐ $\frac{\text{کاتیون}}{\text{آنیون}}$ = (۲)

مثال ② → آمونیوم نیترات ⇒ ترکیب یونی چند تایی ⇒ (۳)

$NH_4NO_3$

---

## تست های مرتبط درسی

① نسبت شمار کاتیون ها به شمار آنیون ها در ترکیب روبرو ——— از ستون I . با نسبت شمار کاتیون ها به شمار آنیون ها در ترکیب روبرو ——— از ستون II جدول مقابل برابر است. (تجربی خارج ۸۹)

| | ۱ | ۲ |
|---|---|---|
| ۱ | باریم نیترات ($\frac{1}{2}$) | آمونیوم سولفات ($\frac{1}{1}$) |
| ۲ | آلومینیوم کربنات ($\frac{2}{3}$) | آهن (III) فسفات ($\frac{1}{1}$) |
| ۳ | منیزیم نیترات ($\frac{1}{2}$) | روبیدیم کلرات ($\frac{1}{1}$) |
| ۴ | سدیم سولفیت | روی فسفات |

۱) ۱ - ۳
۲) ۴ - ۱
۳) ۲ - ۴
۴) ۳ - ۲

② عنصر A با عددی $\frac{\text{اتمی}}{38}$ به احتمال زیاد با عنصر X با عددی ——— یون ——— و فرمول ——— تشکیل می‌دهد. تجربی ۹۳ $Sr^{2+}$

۱) ۳۵ - نوکلئونی - $A_2X$ — یونی - $AX_2$ (۲) (۳۵ = $2e^{-}$)
۳) ۱۶ - نوکلئونی - $AX_2$ — یونی - $A_2X$ ۴) (۱۶)

③ تفاوت مجموع شمار $l$ها در فرمول شیمیایی کلرید در کرومات با دی‌کرومات است؟ تجربی ۹۴ $Cr^{2+}$

۱) ۲ ۲) ۴ ۳) ۵ ۴) ۶

۱۰) $CuCr_2O_7$ ۷) $CrMnO_4$

④ در ترکیب یونی $M_2X_3$ یون‌ها به تعداد مساوی الکترون دارند، اختلاف عدد اتمی فلز M و نافلز X کدام است؟ دوستی

۱) ۳ ۲) ۴ ۳) ۵ ۴) ۶

$M_2X_3 \xrightarrow{\text{مثلا}} Al_2O_3$

$Al^{3+}$ $O^{2-}$

⑤ عنصر A برای پایدار شدن به یونی با آرایش گاز نجیب $_{36}Kr$ و عنصر B برای پایدار شدن به یونی با آرایش گاز نجیب $_{10}Ne$ می‌رسد. کدام گزینه در مورد عنصرهای یاد شده صحیح است؟ دوستی

۱) ترکیب حاصل از عناصر A و B یک ترکیب یونی است.
۲) لایه‌های الکترونی یون‌های پایدار حاصل، مانند یکدیگر است.
۳) شمار زیرلایه‌های مانند پر در یون پایدار حاصل از عنصر A، $\frac{4}{5}$ شمار اوربیتال‌های مانند پر موجود در یون پایدار حاصل از عنصر B است. ($1s^2 2s^2 2p^6$ — ۱۸)
۴) در یون پایدار حاصل از عنصر A، شش $e$ با عددهای کوانتومی $n=2$ و $l=1$ (p) و در یون پایدار حاصل از عنصر B شش $e$ با عددهای کوانتومی $n=3$ و $l=2$ وجود دارد.

$3d^{10}$

③

اثر در آرایش الکترونی عنصر اصلی $x$ تعداد $e$ های ظرفیت ۶ و برابر شمار بقیه $e$ ها باشد، عدد اتمی آن ——— و فرمول ترکیب ضمیم دار آن ——— می‌باشد. روش

$x^- \longrightarrow$ ۱۷ الکترون‌های خنثی $\longrightarrow$ ۱۸ $\longrightarrow$ $\frac{۷}{۱۸} = ۰/۴$ → اشتباه ×

$x^{۲-} \longrightarrow$ ۱۶ $\longrightarrow$ $e$ $\longrightarrow$ ۶ $\longrightarrow$ $\frac{۶}{x} = ۰/۴ \rightarrow ۴x = ۱۰$

$CaX_۲ - X^-$ (۱

~~$CaX - X^-$~~ (۲

$CaX - X^{۲-}$ (۱۴)

~~$CaX_۲ - X^{۲-}$~~ (۳

$16 \overset{2}{x} \rightarrow (CaX)$

پایان فصل ترکیبات یونی — the end

## فرمول مولکولی - فرمول تجربی و فرمول ساختاری

صمغ ← $C_۶H_{۱۲}O_۶$ ← فرمول تجربی $CH_۲O$

فقط نسبت اتم‌ها را بیان می‌کند.

۲۴ مولکول است

## حبت $e$ ناپیوندی ← سه‌تایی

| دوره ۱۴ و بعد آن | ۱۵ | ۱۶ | ۱۷ |
|---|---|---|---|
| ↓ | ↓ | ↓ | ↓ |
| صفر | ۱ | ۲ | ۳ |

مثال) حبت ناپیوندی $C_۶H_{۱۲}O_۶$ ؟ ۱۲ (۲×۶)

ترین دهیدروژن. حبت $e$ ناپیوندی نخواهد بود.

۱۲ حبت $e$ ناپیوندی (۲۴ تا $e$ ناپیوندی).

فرمول ساختاری گسترده

ساده شده ساختار گلوکز

۵ پیوند C — C

۵ تا اتم O

اتر ⟹ R — O — R

(« گلوکز اروماتیک نیست »)

زیرا اروماتیک دارای حلقه‌های بنزن هست که یک ترمیون دارای پیوند توخالی هستند و هم سر راس‌های آن ترین است.

## روش تستی حبت $e$ های پیوندی

$e$ های پیوندی = $e$ های ناپیوندی — $e$ های پیوندی و ناپیوندی

زیرا وند عناصر فرمول × $e$ ظرفیت

مثال ← $C_۶H_{۱۲}O_۶$

$e$ ظ $= ۶(۴) + ۱۲(۱) + ۶(۶) = ۷۲$

پیوندی $e$ $۷۲ - ۲۴ = ۴۸$

یعنی ۲۴ حبت $e$ پیوندی (یا همان پیوند کووالانسی)

$\frac{\text{حبت پیوندی}}{\text{حبت ناپیوندی}} = \frac{۲۴}{۱۲} = ۲$

## نکته

$x = \frac{\text{جرم فرمول مولکولی}}{\text{جرم فرمول تجربی}}$ ← (فرمول مولکولی = فرمول تجربی) $x$

نکته: سه ترکیب فرمالدهید (متانال) و اسید اسید (آمینو اسید) و گلوکز دارای فرمول تجربی یکسان هستند اما به دلیل متفاوت بودن فرمول مولکولی آنها ویژگی خواص بسیار متفاوتی از خود نشان می‌دهند. (ایزومر نیستند)

فرمول تجربی

فرمالدهید (ترکیب آلدهیدی) (متانال) ← $CH_۲O$ ← $C_nH_{۲n}O$

اسید اسید (آمینو اسید) ← $C_۲H_۴O_۲$

گلوکز ← $C_۶H_{۱۲}O_۶$

$CH_۲O$

## ایزومر (همپار)

ترکیب‌هایی که فرمول مولکولی یکسانی دارند اما فرمول ساختاری آنها با یکدیگر متفاوت است.

| ترکیب | فرمول مولکولی | فرمول ساختاری | نقطه جوش | چگالی |
|---|---|---|---|---|
| اتانول | $C_۲H_۶O$ | H-C(H)(H)-C(H)(H)-O-H | ۷۸ (گروه عاملی O-H) | ۰/۸۱۶ |
| دی متیل اتر | $C_۲H_۶O$ | H-C(H)(H)-O-C(H)(H)-H | −۲۴/۵ | ۰/۶۶۱ |

$C_nH_{۲n+۱}OH \longrightarrow C_nH_{۲n+۲}O$ ← اتانول

اتر

← [illegible]  حبّالی : اتانول > دی متیل اتر

متیل اتر ← گازی است که به عنوان پیشران در اسپری ها و گاز بیهوش کاربرد دارد. (دی اتیل اتر مایع است) $CH_3CH_2-O-CH_2CH_3$ $C_4H_{10}O$

اتانول ← مایعی است که به عنوان حلال و ماده اولیه در صنایع شیمیایی کاربرد دارد.

نکته ← فرمول ساختاری مانند ساختار لوویس است با این تفاوت که جفت الکترون های ناپیوندی نمایش داده نمی شوند.

نکته ← دانستن نسبت مولی عناصر تشکیل دهنده یک ماده برای تعیین فرمول مولکولی آن کافی نیست و تنها فرمول تجربی آن را نشان می دهد.

نکته ← در ترکیب های یونی، فرمول تجربی با فرمول شیمیایی ترکیب برابر است.

نکته ← فرمول تجربی همه ترکیب شیمیایی از طریق تجزیه عنصری ترکیب با انجام محاسبه های استوکیومتری به دست می آید.

← تجزیه عنصری روشی است که طی آن نوع عنصرهای تشکیل دهنده و درصد جرمی هریک از آنها در ترکیب شیمیایی معین می شود.

ماده معطر و خوش طعم موجود در آناناس ← اتیل بوتانوات $C_6H_{12}O_2$ ← شبیه سازی شده با اضافه کردن ۱۴ اتم

آلکیل آلکانوات (اتر) ← $C_nH_{2n}O_2$

---

موازنه ← در موازنه باید تلاش کنیم تا تعداد اتم ها در دو سمت معادله یکسان کنیم.

روش وارسی ← ① به ترکیب پیچیده تر ضریب $\frac{1}{2}$ می دهیم

② هنگامی که به ضریب کسری می رسید ضرایب را متناسب با آن در عدد کسری ضرب کنید.

① $\overset{2\times}{\frac{1}{2}}N_2 + H_2 \longrightarrow {}^{1}NH_3$ « فرایند هابر » ✓

$N_2 + 3H_2 \longrightarrow 2NH_3$

③ $N_2 + (H_2) \longrightarrow (NH_3)^{②}$

① سعی کنید موازنه را با عنصری شروع کنید که ② فقط در ساختار یک ماده باشد و ③ در ساختار ماده دو تا عنصری نباشد.

② $1MnO_2 + {}^{4}HCl \longrightarrow {}^{1}MnCl_2 + Cl_2 + {}^{2}H_2O$ (Mn: start)

② معمولاً موازنه ها را با O یا H شروع نمی کنند.

③ $1C_3H_5(NO_3)_3 \xrightarrow{\Delta} 3CO_2 + \frac{5}{2}H_2O + N_2 + O_2$ (مترادف: نیترو گلیسرین)

$2C_3H_5(NO_3)_3 \longrightarrow 6CO_2 + 5H_2O + 3N_2 + \frac{1}{2}O_2$

④ $C_4H_8(NO_2)_2 \longrightarrow 12CO_2 + 10H_2O + 4N_2 + O_2$

③ اکسیژن موجود در ماده شیمیایی در دو سمت معادله شمارش شده آن را یک تن در نظر بگیرید.

مجموع ضرایب ← ۲۹ فراورده

④ $2H_3PO_4 + 3Ca(OH)_2 \longrightarrow {}^{1}Ca_3(PO_4)_2 + {}^{6}H_2O$ (Ca: start)

(فسفریک اسید) — آنیون هیدروکسید

④ وقتی همه عناصر شرایط شروع را دارند، با آن شروع می کنیم که در ترکیب پیچیده تری حضور دارد.

Ca ✓

$PO_4$ ✓

# واکنش نویسی

همه واکنش‌های تجزیه گرماده هستند. ← اسید همه شرط‌ها آنرژی شکاند.

تجزیه ← ۴ قاعده مهم تجزیه

← حالت فیزیکی مهم است.

① کربنات فلز (s) $\xrightarrow{\Delta}$ اکسید فلز (s) + $CO_2(g)$

$CO_3^{2-}$ ، $O^{2-}$

مثال ← تجزیه کلسیم کربنات ← * مهم $CaCO_3(s) \xrightarrow[827^\circ C]{\Delta} CaO(s) + CO_2(g)$

واکنش تجزیه کربنات فلزهای +۲ موازنه شده است.

تجزیه روی کربنات ← $ZnCO_3 \xrightarrow{\Delta} ZnO(s) + CO_2(g)$

// کادمیم کربنات ← $CdCO_3 \xrightarrow{\Delta} CdO(s) + CO_2(g)$

② هیدروژن کربنات فلز (s) $\xrightarrow{\Delta}$ کربنات فلز (s) + $CO_2(g)$ + $H_2O(g)$

$HCO_3^-$

مهم مثال ← تجزیه سدیم هیدروژن کربنات ← $NaHCO_3(s) \xrightarrow{\Delta} Na_2CO_3(s) + CO_2(g) + H_2O(g)$

جوش شیرین ← یا بی کربنات سدیم

③ نیترات فلز (s) $\xrightarrow{\Delta}$ نیتریت فلز (s) + $O_2(g)$

$NO_3^-$ ، $NO_2^-$

مثال ← تجزیه پتاسیم نیترات ← $KNO_3(s) \xrightarrow{\Delta} KNO_2(s) + O_2(g)$

④ کلرات فلز (s) $\xrightarrow{\Delta}$ کلرید فلز (s) + $O_2(g)$

$ClO_3^-$ ، $Cl^-$

مهم * مثال: تجزیه پتاسیم کلرات ← $2KClO_3 \xrightarrow{\Delta} 2KCl(s) + 3O_2$

## واکنش‌های محض تجزیه

تجزیه متانول ← $CH_3OH$ ✡ $CH_3OH(g) \xrightarrow{\Delta} CO(g) + 2H_2(g)$

هیدروژن ، کربن مونوکسید

تجزیه آلومینیوم سولفات ← $Al_2(SO_4)_3 \rightarrow Al_2O_3(s) + 3SO_3(g)$

$SO_4^{2-}$

تجزیه آمونیوم دی کرومات ← $(NH_4)_2Cr_2O_7(s) \rightarrow Cr_2O_3 + N_2(g) + H_2O(g)$

$NH_4^+$ ، $Cr_2O_7^{2-}$

نارنجی رنگ ، کرومیم (III) اکسید سبز رنگ

تجزیه نیترو گلیسیرین ← ✡ $4C_3H_5(NO_3)_3 \rightarrow 12CO_2(g) + 10H_2O(g) + 6N_2(g) + O_2(g)$

* ماده منفجره

---

نیترو گلیسیرین ← ۲۲۷ ← $C_3H_5(NO_3)_3$

See now

گلیسیرین (گلیسرول) ← $CH_2(OH)-CH(OH)-CH_2(OH) \rightarrow C_3H_8(OH)_3$ ← جرم مولی = ۹۲

یک الکل سه عاملی ، ۳ تا OH دارد

گلی سین (آمینو استیک اسید) ← $NH_2-CH_2-COOH$

ساختار ← $H_2N-\underset{H}{\overset{R}{C}}-COOH$ ← ۵ آمینو اسید

$H-\underset{H}{N}-\underset{H}{\overset{R}{C}}-COOH$

آمین ، کربوکسیل

جرم مولی گلی سین = 75

تجزیه پتاسیم پرمنگنات

$$\underset{\text{پتاسیم پرمنگنات}}{KMnO_4(s)} \longrightarrow \underset{\text{پتاسیم منگنات}}{K_2MnO_4(s)} + \underset{\text{منگنز (IV) اکسید / منگنز دی اکسید}}{MnO_2(s)} + \underset{\text{اکسیژن}}{O_2(g)}$$

$$KMnO_4(s) \longrightarrow K_2MnO_4(s) + MnO_2(s) + O_2(g)$$

تجزیه هیدروژن پراکسید (آب اکسیژنه) ←

$$2H_2O_2(aq) \xrightarrow[FeSO_4]{} 2H_2O(l) + O_2(g)$$

// نیتروژن تترا اکسید ← $\underset{\text{قهوه‌ای}}{2NO_2(g)} \Leftarrow \underset{\text{بی‌رنگ}}{N_2O_4} + q$ گرماده

// سدیم آزید ← $2NaN_3(s) \rightarrow 2Na(s) + 3N_2(g)$

// نیتروژن پنتا اکسید ← $2N_2O_5(g) \rightarrow 4NO_2(g) + O_2(g)$

// نیتروسیل کلرید ← $NOCl(g) \rightarrow NO(g) + Cl_2(g)$

// فسفر پنتا کلرید ← $PCl_5 \rightarrow PCl_3(g) + Cl_2(g)$

اسید ناپایدار ←

$$H_2CO_3(aq) \longrightarrow CO_2(g) + H_2O(l) \quad [CO_2(aq)]$$

کربنیک اسید

$$H_2SO_3(aq) \longrightarrow SO_2(g) + H_2O(l) \quad [SO_2(aq)]$$

سولفورو اسید

// مس (II) سولفات ۵ آبه

$$\underset{\text{آبی رنگ}}{CuSO_4 \cdot 5H_2O(s)} \longrightarrow \underset{\text{سفید رنگ}}{CuSO_4(s)} + 5H_2O(g)$$

# آرایش الکترونی (اصل آفبا)

ترتیب پرشدن زیرلایه ها از $E$ (اصل آفبا)

زیرلایه ای زودتر از $E$ اشغال می‌شود که ← سطح انرژی پایین‌تر ← پایداری بیشتر

$\downarrow (n+l)$

اصلی + فرعی

نکته ← اگر $n+l$ دو زیرلایه یا چند زیرلایه یکسان باشد زیرلایه ای زودتر از $E$ اشغال می‌شود که $n$ کوچک‌تری دارد.

مثلاً $2p$ و $3s$ ولی $2p$ زودتر پر می‌شود.

$2+1=3$ ② $3+0=3$ ③

$n=1 \longrightarrow 1s$

$n=2 \longrightarrow 2s \quad 2p$

$n=3 \longrightarrow 3s \quad 3p \quad 3d$

$n=4 \longrightarrow 4s \quad 4p \quad 4d \quad 4f$

$n=5 \longrightarrow 5s \quad 5p \quad 5d \quad 5f \quad 5g$

$n=6 \longrightarrow 6s \quad 6p \quad 6d \quad 6f \quad 6g \quad 6h$

$n=7 \longrightarrow 7s \quad 7p \quad 7d \quad 7f \quad 7g \quad 7h \quad 7i$

$1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 4s^2\ 3d^{10}\ 4p^6\ 5s^2\ 4d^{10}\ 5p^6\ 6s^2\ 4f\ 5d \ldots$

← قبل از $6s$ $\frac{f}{}$ وجود ندارد.

نکته مهم ← ما قبل از $4s^2$ هیچ‌چیز $5d$ نداریم.

الگوی نوشتن و ترتیب زیرلایه ها

$1s^2 \mid 2s^2\ 2p \mid 3s\ 3p \mid 4s\ 3d\ 4p \mid 5s\ 4d\ 5p \mid 6s\ 4f\ 5d$

$6p \mid 7s$

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

$n \geq 4 \quad n \geq 2$

$n \geq 6$ به صورت ریاضی

- p مثل s ← بعد از $2s$ میاد
- d یکی بیشتر از s ← بعد از $4s$ میاد
- f دو تا بیشتر از s ← بعد از $6s$ میاد

چه نکته‌ای ؟

$4s^2 \quad 3d^{10}$

↓ ↓

$3s^2$ تا $3d^{10}$ تا

مثال ←

$_{26}Fe \Rightarrow 1s^2\ 2s^2 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 4s^2\ 3d^6$

بیرونی‌ترین زیرلایه ( به کدام زیرلایه ختم می‌شود ؟)

## رسم آرایش الکترونی به روش گاز های نجیب

در دوره سوم

$_{26}X = [_{18}Ar]\ 4s^2\ 3d^6$

$_{100}Y = [_{86}Rn]\ 7s^2\ 5f^{12}$

$_{50}Z = [Kr]\ 5s^2\ 4d^{10}\ 5p^2$

تعداد $^2$ های نجیب + 1

## رسم آرایش الکترونی یون فلزهای واسطه

مهم !!!

$_{26}Fe^{+3} \Rightarrow$ الکترون ۲۳ $\longrightarrow 4s^2\ 3d^3$

عنصر !

$\not{4s^2}\ 3d^3 \longrightarrow [Ar]\ 3d^5$

نکته ← در رسم آرایش الکترونی یون های عناصر واسطه :

ابتدا آرایش اتمشان را مورد نظر دارد حالت خنثی رسم می‌کنیم سپس به تعداد بار مثبت ، ابتدا از زیرلایه $s$ و سپس از آن در صورت نیاز از زیرلایه $d$ الکترون جدا می‌کنیم.

$_{29}Cu^+ \longrightarrow \not{4s^1}\ 3d^{10}$

$_{29}Cu^{2+} \longrightarrow \not{4s^2}\ \not{3d^{10}}\ 3d^9$

نکته مهم ← یون های فلزهای واسطه $4s$ ندارند.

## آستانه‌های رسم آرایش الکترونی

یک زیرلایه وقتی کاملاً پایدار هست که یا کاملاً پر شده باشد و یا کاملاً نیم پر باشد.

$Cr \Rightarrow 4s^2\ 3d^4 \longrightarrow (4s^1)\ 3d^5$

$Cu \Rightarrow 4s^2\ 3d^9 \longrightarrow (4s^1)\ 3d^{10}$

$s^2 d^4 \longrightarrow s^1 d^5$

$Mo \Rightarrow 5s^2\ 4d^4 \longrightarrow 5s^1\ 4d^5$

$Ag \Rightarrow 5s^2\ 4d^9 \longrightarrow 5s^1\ 4d^{10}$

$s^2 d^9 \longrightarrow s^1 d^{10}$

نکته تیتر

24 ، 29 ، 42 ، 47

تناوب = ۴

گروه = ۸

$Fe_{26} = \ldots 4s^{2} 3d^{6}$ (۸e)

لایه ظرفیت

$As_{33} = \ldots 4s^{2} 3d^{10} 4p^{3}$ → ۵e

تناوب = ۴

گروه = ۱۵

## الکترون های ظرفیتی

آخر آرایش الکترونی به s ختم شود ← جمع توان s آخر و d ماقبل آن

آخر آرایش الکترونی به p ختم شود ← جمع توان s و p آخر

نکته ← اوربیتال به d و f هیچ‌گاه ختم نمی‌شود.

الکترون های لایه ظرفیت ← عددهای شماره گروه

## تعیین تناوب و گروه از روی آرایش الکترونی

شماره تناوب ← بزرگترین ضریب

شماره گروه ← آخر آرایش الکترونی به s ختم شود ← جمع توان s آخر و d ماقبل

آخر آرایش الکترونی به p ختم شود ← جمع توان s و p آخر + ۱۰

(توان p + ۱۲)

## روش تشتی

تعیین تناوب و گروه با استفاده از گازهای نجیب

اختلاف عدد اتمی نسبت به نزدیکترین گاز نجیب

شماره گروه ← آخر عدد اتمی بزرگتر باشد ← اختلاف آخر

آخر عدد اتمی کوچکتر باشد ← اختلاف − ۱۸

$_{2}He$ اول ۱

$_{10}Ne$ دوم ۳

$_{18}Ar$ سوم ۱۱

$_{36}Kr$ چهارم ۱۹

$_{54}Xe$ پنجم ۳۲

$_{86}Rn$ ششم ۵۵

$_{43}X \rightarrow 7$ ⇒ شماره گروه

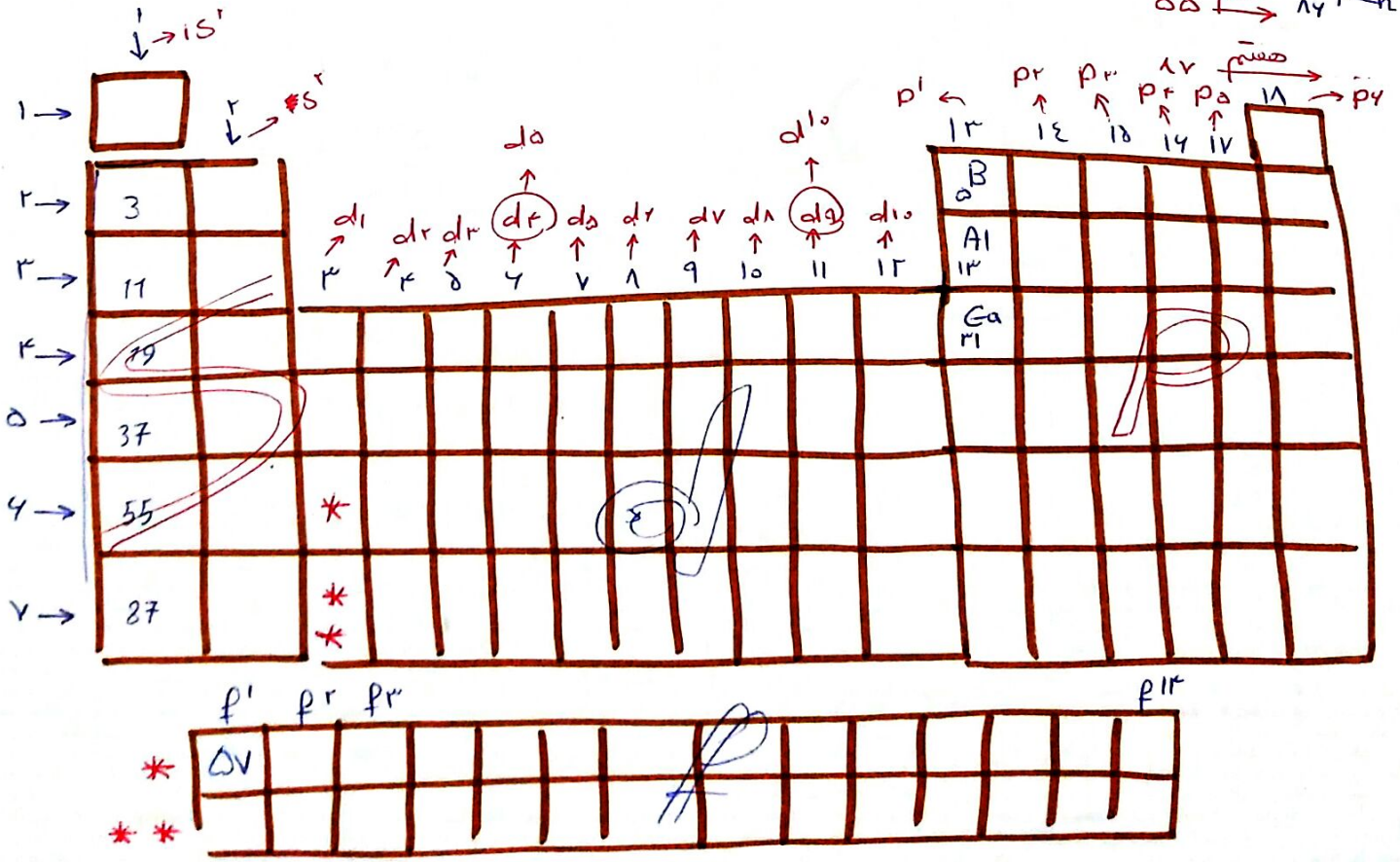
Example

$_{10}Y$ اختلاف ۴ ⇒ ۴ − ۱۸ → ۱۴ = گروه

$_{24}Cr$ (۶) $_{29}Cu$ (۱۱)

$_{42}Mo$ $_{47}Ag$

باید به شش دوره‌ای عناصر تا ۳۵ را حفظ باشید.



نکته ← منظور از $n$ در تناوب $n$ جدول تناوبی است

دارای $n$ لایه‌ی الکترونی است.

$_{34}X = \underline{4}p^4$

$[Ar]\ 4s^2\ 3d^{10}\ 4p^4$

## ← نکته های آرایش الکترونی

① در اتم ژرمانیم ($_{32}Ge$) ـــــ لایه (سطح انرژی) و ـــــ زیرلایه (تراز فرعی انرژی) از $e$ اشغال شده است. میان آنها ـــــ زیرلایه هرکدام دارای دوالکترون و ـــــ زیرلایه هر یک دارای (پنج) $e$ است. ریاضی ۸۵

۱) پنج - ده - شش - دو

۲) چهار - هفت - (پنج) - سه

(۳) چهار - هفت - پنج - دو

۴) پنج - ده - شش - سه

* اشغال شدن با پرشدن فرق می‌کند.

$_{32}Ge$

② در اتم $_{22}Ti$ ـــــ اوربیتال از $e$ اشغال شده است و الکترون های جای گرفته در پرانرژی ترین زیرلایه‌ی اشغال شده‌ی آن، دارای عدد های کوانتومی ـــــ $n=$ و ـــــ $l=$ هستند. ریاضی ۸۷

۱) ۱۲ . ۴ . ۵ (۲) ۱۲ ، ۳ ، ۱ (۳) ۱۵ ، ۴ ، ۵ (۴) ۱۵ ، ۳ ، ۱

$_{22}Ti^{\circ} = [Ar]\ 4s^2\ 3d^2$

③ الکترون های اتم آنتیموان ($_{51}Sb$) در آخرین زیرلایه‌ی $p$ آن، در کدام عدد کوانتومی با یکدیگر تفاوت دارند؟ ریاضی ۸۷ خارج

$n$ (۲) $m_l$ (۳) $m_s$ (۴)

$\ell = x$ نقطه مبهم

$4p^3$

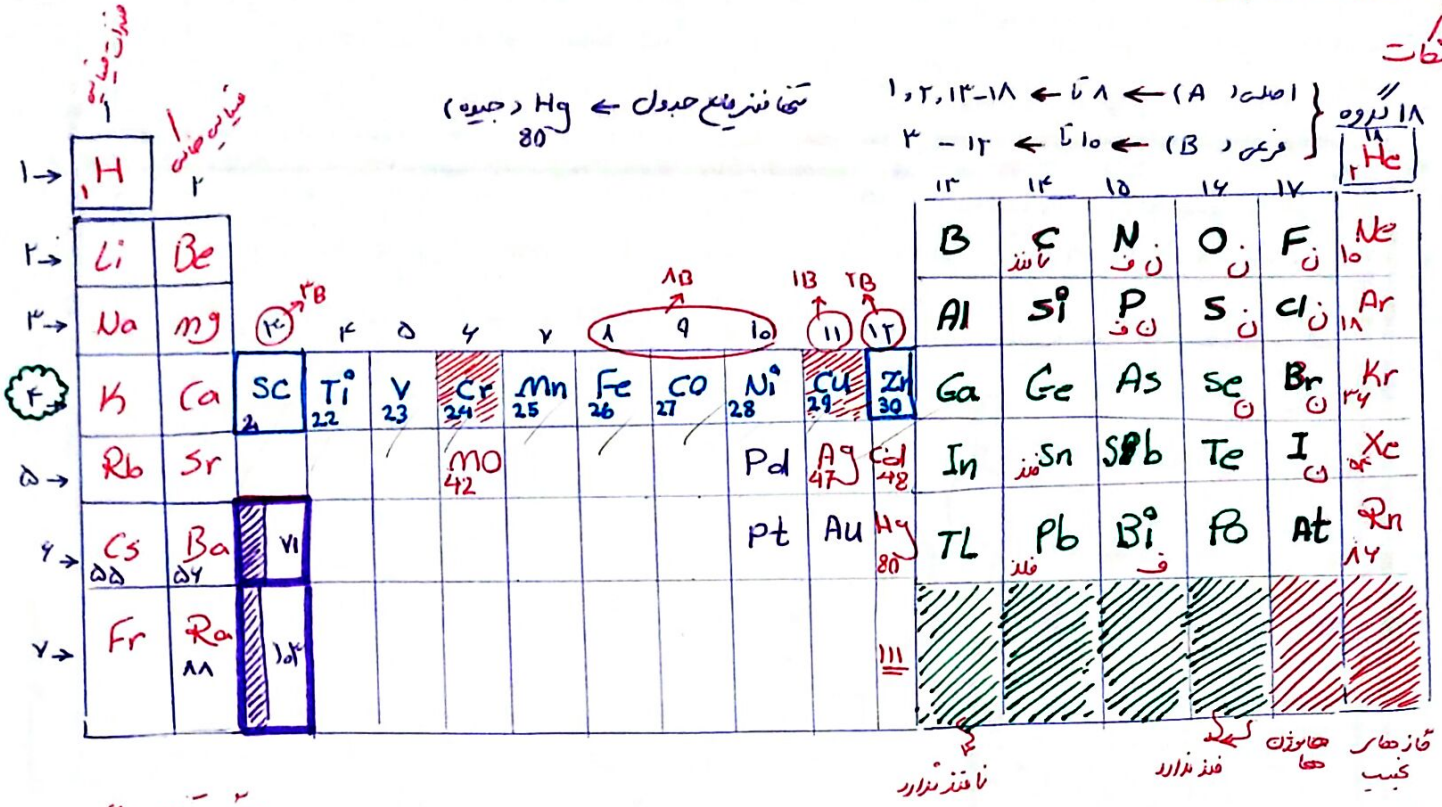
④ آرایش الکترونی حاصل در $_{27}Co^{3+}$ کدام است؟ (کتاب در دوره‌ی چهارم گفته ۹ جدول تناوبی جای دارد) ریاضی ۹۱

۱) $[Ar]\ 3d^7$ (۲) $[Ar]\ 3d^6$ (۳) $[Ar]\ 4s^2\ 4p^4$ (۴) $[Ar]\ 4s^2\ 4p^5$

$_{27}Co^{3+} \longrightarrow \cancel{4s^2}\ 3d^6$ $\quad 3d^6$

# جدول تناوبی

## نکات




- تناوب اول ← شامل ۲ عنصر ( H ، He )
- تناوب دوم و سوم ← هر کدام ۸ عنصر (اصلی)
- در گروه های اصلی ← عنصرهای هر گروه تناوب دوم در اند (به جز گروه ۱۸).
- واسطه ها از تناوب چهارم وارد می شوند (با عنصر Sc ۲۱)
- تناوب چهارم و پنجم هر کدام شامل ۱۸ عنصر ( ۸ گروه اصلی + ۱۰ واسطه ).
- لانتانیدها ← تناوب ۶ گروه ۳ — اکتینیدها ← تناوب ۷ گروه ۳
- تناوب ۶ ← شامل ۳۲ عنصر ( ۱۸ عنصر + ۱۴ لانتانیدها ) - طولانی ترین تناوب
- تناوب ۷ ← ناقص ( ؟ عنصر + ۱۴ عنصر اکتینیدها ).
- طولانی ترین گروه ← گروه ۳

- در گروه های ۱۳ و ۱۷ یک شبه فلز و در گروه های ۱۴، ۱۵، ۱۶ دو شبه فلز.
- در تناوب ۲ ، یک شبه فلز
- در تناوب های ۳، ۴، ۵ و ۶ ، ۲ شبه فلز

**نکته (جه نکته ای)!**

- بالای شبه فلزها ← نافلزها
- پایین شبه فلزها ← فلزها

نکات ← فراوانی عناصر در جدول تناوبی :

شبه فلزها ← ۸ شبه فلز داریم .

| | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 |
|---|---|---|---|---|---|
| 2 | B | | | | |
| 3 | | Si | | | |
| 4 | | Ge | As | | |
| 5 | | | Sb | Te | |
| 6 | | | | Po | At |

نکات قرارداشتن عناصر در جدول تناوبی :

نافلزها : ۱۷ تا نافلز داریم .

هیدروژن (H) ـ کربن (C) از دوره ۲ ـ نیتروژن و فسفر (P) از دوره ۱۵ ـ اکسیژن (O) و گوگرد (S) و سلنیم (Se) از دوره ۱۶ ـ هالوژن ها (F - Cl - Br - I) گازهای نجیب (He - Ne - Ar - Kr - Xe - Rn)

بیشتر نافلزها در فشار ۱ atm و دمای اتاق به صورت گاز هستند.

برم ($Br_2$) ← مایع

کربن و فسفر ـ گوگرد و سلنیم ـ ید ← جامد
C P S Se I

فلزها ← بیش از ۸۰ درصد عناصر جدول فلزهستند

۱۲ - ۱ ← تقریباً فلزند حتی لانتانیدها و اکتینیدها } 86 فلز داریم

فلزها: فلزهای قلیایی (گروه ۱) ، فلزهای قلیایی خاکی (گروه ۲) ، فلزات واسطه (گروه های ۳ تا ۱۲) ، آلومینیم (Al) ـ گالیم (Ga) ـ ایندیم (In) و تالیم (Tl) از گروه ۱۳ ، قلع (Sn) و سرب (Pb) از گروه ۱۴ ، بیسموت (Bi) از گروه ۱۵

* لانتانیدها و اکتینیدها هر دو واسطه اند.

نافلزها

عدداتمی زوج ← گروه زوج (۸۷ - ۷۵) (۱۰۲ - ۸۹)

عدداتمی فرد ← گروه فرد

* جواب اینجا دقیق نیست

مثال 8
۱) گروه ۱۵
۲) گروه ۱۴
۳) گروه ۳
۴) گروه ۱۷

$x = 70$
$70 - 57 = 13$ «لانتانیدها»

کدام عنصر در جدول با نیکل ($_{28}Ni$) هم گروه است ؟ قدیمی ۹۳ خارج

$28 + 18 = 46$

۱) Mo
۲) Pd
۳) Cd
۴) Ba

در میان ۴ عنصر $_{13}A$ - $_{19}X$ - $_{31}Y$ - $_{34}D$ کدام ۲ عنصر به ترتیب در یک دوره و کدام ۲ عنصر در یک گروه جدول تناوبی جای دارند. ریاضی ۹۳ خارج

۱) D ، Y - D ، A
۲) D ، Y - X ، A
۳) D ، A - Y ، X
۴) Y ، A - D ، X

س. با توجه به اینکه عدداتمی طسیم برابر ۶۵ است ، عددهای عنصرهای اصلی هم دوره بعد از آن کدام است ؟ ریاضی خارج ۹۰

۱) ۲۸ ۲) ۳۵ ۳) ۳۱ ۴) ۳۲

| | | |
|---|---|---|
| 1S | S | هفته اول |
| 2S 2P | P | |
| 3S 3P 3d | d | |
| 4S 4P 4d 4f | f | |
| | g | |
| | h | |
| | i | |

نکات

اطراف هسته اتم ۷ لایه داریم.

هر لایه از تعدادی زیرلایه تشکیل شده است.

در هر لایه به تعداد شماره لایه زیرلایه داریم

هر زیرلایه از تعدادی اوربیتال تشکیل شده است.

لایه‌ها: s ، p ، d ، f ، g ، h ، i

s → شامل یک اوربیتال → □

p → شامل سه اوربیتال p → □□□

d → شامل پنج اوربیتال d → □□□□□

f → شامل هفت اوربیتال f → □□□□□□□

هر اوربیتال حداکثر گنجایش ۲ الکترون را دارد. ↑↓

① عدد کوانتومی اصلی ( n )

مشخص کننده شماره لایه الکترون ← لایه سوم $n=3$

تعداد زیرلایه‌ها در هر لایه الکترون

$n=3$ ← لایه سوم ← شامل ۳ زیرلایه 3s ، 3p ، 3d

هر چه n بزرگتر باشد اوربیتال هم بزرگتر است.

$n = 1 , 2 , 3 , 4 , \dots$

② عدد کوانتومی اوربیتالی (فرعی) ( l )

مشخص کننده نوع زیرلایه

مشخص کننده نوع اوربیتال و تعداد اوربیتال

$l=0$ → s □

$l=1$ → p □□□

$l=2$ → d □□□□□

$l=3$ → f □□□□□□□

مثال)

$n=3$ ، $l=1$ } 3p

نکته ← شکل اوربیتال های موجود در زیرلایه های s و p به ترتیب کروی و دمبلی هستند.

عدد کوانتومی تعدادی ( $m_l$ )

$m_l = -l$ تا $+l$

مشخص کننده جهت گیری اوربیتال ها در فضا

$l = 0$ تا $(n-1)$ ← تعداد زیرلایه ها

$l = 0 \to s$ , $l = 1 \to p$ , $l = 2 \to d$ , $l = 3 \to f$

$n = 1 \to 1s$ ← 1 اوربیتال

$n = 2 \to 2s\ 2p$ ← 4 اوربیتال

$n = 3 \to 3s\ 3p\ 3d$ ← 9 اوربیتال

$n = 4 \to 4s\ 4p\ 4d\ 4f$ ← 16 اوربیتال

← تعداد اوربیتال ها در هر لایه $= n^2$

← حداکثر تعداد اوربیتال ها در هر زیرلایه $= 2l+1$

مثلاً $4p$ : $2(1)+1 = 3$

← حداکثر تعداد در هر لایه $= 2n^2$

← حداکثر تعداد در هر زیرلایه $= 2(2l+1)$

در هر اوربیتال ← حداکثر تعداد : 2

$n = 1 \to 1s^2$

$n = 2 \to 2s^2\ 2p^6$

$n = 3 \to 3s^2\ 3p^6\ 3d^{10}$

$n = 4 \to 4s^2\ 4p\ 4d\ 4f$

$n = 5 \to 5s\ 5p\ 5d\ 5f\ 5g$ ← $2l+1$

$n = 6 \to 6s\ 6p\ 6d\ 6f\ 6g\ 6h$

$n = 7 \to 7s\ 7p\ 7d\ 7f\ 7g\ 7h\ 7i$

$n = 4$, $l = 3$ ⇒ $4f$ ✗ نداریم

$l = 0 \to 3$

س ۰ در یک اتم حداکثر چند تا با اعداد کوانتومی $n = 4$ و $l = 3$ وجود دارند که مقادیر $m_l$ آن‌ها اعداد صحیح فرد باشد؟ توضیح

۱) ۶ ۲) ۸ ۳) ۱۰ ۴) ۱۴

$4f \to 14$

$-3 \leftarrow\ \ \rightarrow +3$

② ① ② ①

هیدروکربن ← سیرشده ← هرات کربن به ۴ اتم دیگر متصل است. ← آلکان‌ها
سیرنشده ← بیشتر از ۴ اتم ← آلکن‌ها - آلکین‌ها
نتیجه: = یا ≡ ← سیرنشده ← آلکن‌ها - آلکین‌ها
— ← سیرشده ← آلکان

## آلکان‌ها

① ساده‌ترین آلکان ← $CH_4$ (متان)

② $C_2H_6$ اتان

③ $C_3H_8$ پروپان

④ $C_4H_{10}$ بوتان راست زنجیر

بوتان شاخه دار

ایزومر

فرمول عمومی آلکان‌ها = $C_nH_{2n+2}$

$CH_4$ متان — $C_2H_6$ اتان — $C_3H_8$ پروپان — $C_4H_{10}$ بوتان — $C_5H_{12}$ پنتان — $C_6H_{14}$ هگزان — $C_7H_{16}$ هپتان

$C_8H_{18}$ اوکتان — $C_9H_{20}$ نونان — $C_{10}H_{22}$ دکان

نکته ← اختلاف هر آلکان با قبلی و بعدی خود $CH_2$ است.

## آلکن‌ها

ساده‌ترین آلکن ← $C_2H_4$ اتن

* دو اتم کربن دارد

$C_4H_8$ بوتن

فرمول عمومی آلکن‌ها ← $C_nH_{2n}$

نکته ← اختلاف آلکن‌ها با قبل و بعد خود $CH_2$

* آلکن با یک اتم کربن نداریم یعنی اتن نداریم

## آلکین‌ها

آلکین با یک اتم کربن نداریم.

$C_2H_2$ اتین (استیلن)

$C_3H_4$ پروپین

$C_4H_6$ بوتین

فرمول عمومی آلکین‌ها ← $C_nH_{2n-2}$

اختلاف آلکین‌ها با قبل و بعد خود ← $CH_2$

از لحاظ تعداد:

آلکان (-) : $C_nH_{2n+2}$ ← متان $CH_4$ ، اتان $C_2H_6$

آلکن (=) : $C_nH_{2n}$ ← اتن $C_2H_4$ (اتیلن)

آلکین (≡) : $C_nH_{2n-2}$ ← اتین $C_2H_2$ (استیلن)

آلکان $\xrightarrow{-H}$ آلکیل $C_nH_{2n+1}$

آلکین با ۱۲ اتم کربن ← $C_{12}H_{25}$ دودسیل

متان $CH_4$ $\xrightarrow{-H}$ متیل $CH_3$

متیل به شکل رادیکال وجود دارد چون خط تنها است

اتان $C_2H_6$ $\xrightarrow{-H}$ اتیل $C_2H_5$ $CH_2CH_3$

پروپان $C_3H_8$ ← $CH_2CH_2CH_3$ پروپیل $C_3H_7$

$CH_3CHCH_3$ ایزو پروپیل

گروه عاملی | دسته (خانواده)

الکل → $-OH$ (هیدروکسیل) | $C_nH_{2n+2}O$

اتر → $-O-$

کتون → $-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-$ (کربونیل) | $C_nH_{2n}O$

آلدهید → $-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-H$

استر → $-COO-$ | $C_nH_{2n}O_2$

کربوکسیلیک اسیدها → $-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-OH$ ($-COOH$)

آمید → $-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-N-$ ($-CON-$)

آمین → $H-\overset{H}{\overset{|}{N}}-H$

آمین‌ها از ساختار آمونیاک جای اتم‌های هیدروژن، گروه آلکیل قرار گیرد ← آمین

$CH_3-NH-H$ → متیل آمین

$CH_3-NH-CH_3$ → دی‌متیل آمین

$CH_3CH_2-NH-H$ → اتیل آمین

$CH_3-N(CH_3)-CH_3$ → تری‌متیل آمین ← چون ۳ جا عامل جانشین شده

متانوئیک اسید / متانوئیک اسید

$HCOOH$ / $CH_2O_2$

اتانوئیک اسید (استیک اسید) / اتانوئیک اسید

$CH_3COOH$ / $C_2H_4O_2$

الکل‌ها → $-OH$ (هیدروکسیل)

متانول ← متان + الکل → $CH_3-OH$ / $CH_3OH$

متیل - الکل (الکل چوب)

تجزیه متانول: $CH_3OH \rightarrow CO + H_2$

اتانول ← اتان + الکل → $C-C-OH$ / $C_2H_5OH$ / $CH_3CH_2OH$

اتیل الکل (الکل میوه)

$C_nH_{2n+1}OH$ or $C_nH_{2n+2}O$

هگزانول → $C_6H_{13}OH$ or $C_6H_{14}O$

ایزومر:

۱ - پروپانول → $C_3H_7OH$

۲ - پروپانول → $C_3H_7OH$

$C-C-C$ (OH) ✓

$C-C-C$ (OH) ✓

اتیلن گلیکول (ضدیخ) → $CH_2(OH)-CH_2(OH)$ / $C_2H_6O_2$

۱ و ۲ - اتان دی‌اول

گلیسرین (گلیسرول) → $CH_2(OH)-CH(OH)-CH_2(OH)$ / $C_3H_8O_3$

۱ و ۲ و ۳ - پروپان تری‌اول

انواع الکل:

الکل نوع اول: $C-C-C(OH)$ ← C نابیک پیوند به C دهل است.

الکل نوع دوم: $C-C(OH)-C$ ← C با دو پیوند به C دهل است

الکل نوع سوم: $C-C(OH)(C)-C$ ← C با سه پیوند به C دهل است.

## اترها

حمای ـ O ـ حمای

فرمول عمومی اترها

$C_nH_{2n+2}O$

مثال ۱ → دی متیل اتر $CH_3-O-CH_3$ → $C_2H_6O$

مثال ۲ → دی اتیل اتر $C_2H_5-O-C_2H_5$ → $C_4H_{10}O$

* الکل ها و اترها نسبت به هم ایزومر هستند. (البته به شرط C برابر).

الکل / اتر } $C_nH_{2n+2}O$

## کتون

(کربونیل) حمای ـ C(=O) ـ حمای

مثال ۱ — پروپانون (استون)

$CH_3-C(=O)-CH_3$

$C_3H_6O$

مثال ۲ — ۲-هپتانون

$C-C-C-C-C-C(=O)-C$ (۱ تا ۷)

$C_7H_{14}O$ (ایزومر)

۱-هپتانون نداریم ×

* در کتون ها حداقل ۳ اتم کربن داریم.

## آلدهید

حمای ـ C(=O)ـH

ساده‌ترین آلدهید → $H-C(=O)-H$ → $CH_2O$

متانال (فرمالدهید)

جوهر مورچه

$CH_3-C(=O)-H$ → $C_2H_4O$

اتانال (استالدهید)

کتون ها و آلدهید ها ایزومر هم هستند (با شرط کربن برابر)

$C_nH_{2n}O$

کتون / آلدهید } $C_nH_{2n}O$

## استرها

حمای ـ C(=O)ـ O ـ حمای

قاعده نام گذاری ← آلکیل آلکانوات

حمای با اکسیژن (O) وصل می‌شود.

مثال ۱ → اتیل اتانوات

متد آنالیز نشان از وجود اتیل در آن است.

$CH_3-C(=O)-O-C_2H_5$

$C_4H_8O_2$

مثال ۲ → اتیل بوتانوات

$C_6H_{12}O_2$

$C_nH_{2n}O_2$

## پروپیل اسید ها

$-C(=O)-OH$

مثال ۱ — متانوئیک اسید (فرمیک اسید)

$H-C(=O)-OH$

$CH_2O_2$ → $HCOOH$

مثال ۲ — اتانوئیک اسید (استیک اسید)

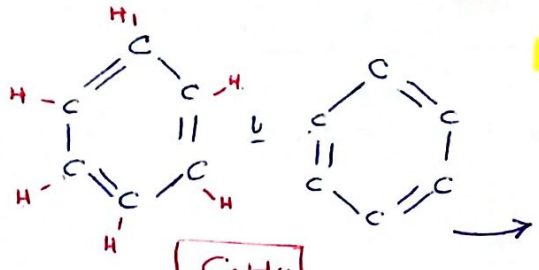
$CH_3-C(=O)-OH$ — $C_2H_4O_2$

$C_nH_{2n}O_2$

نکته → استرها و اسید ها ایزومر هستند (با شرط کربن برابر)

استر / اسید } $C_nH_{2n}O_2$

## بنزن



$C_6H_6$

* ترکیباتی که دارای حلقه‌های ۶ ضلعی (بنزن) وجود داشته باشد آن ترکیب آروماتیک است.

* بنزن ساده‌ترین آروماتیک است و ساده‌ترین ترکیب آروماتیک است.

بنزن یک ماده‌ی مایع، بی‌رنگ و فرار است.

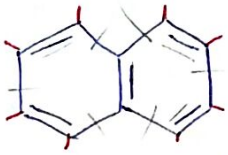
◆ مواد با نقطه‌ی جوش آنها از ۱۰۰°C (آب) عددی شده فرار و دارند و بیشتر از ۱۰۰°C باشد غیرفرار است.

تولوئن یک بنزن است که یک هیدروژن آن متصل است.

بنزن $C_6H_5CH_3$

$C_7H_8$ یا ) تولوئن ← آروماتیک است.

## نفتالن



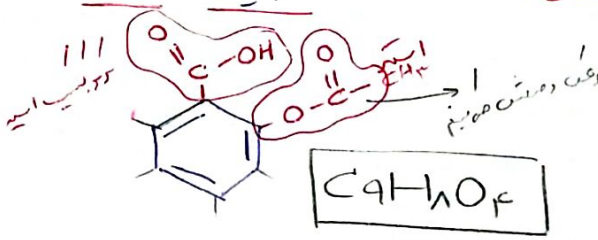
$C_{10}H_8$

← به عنوان ضدبید برای نگهداری فرش و لباس

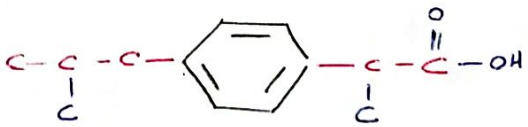
≡ دارای ۲ حلقه و ۵ پیوند دوگانه ≡

## آسپرین

① آروماتیک ② گروه‌های عاملی اسیدی (کربوکسیل) و استری

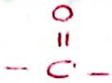


$C_9H_8O_4$



هیپوپروفن ← $C_{13}H_{18}O_2$

## آمین



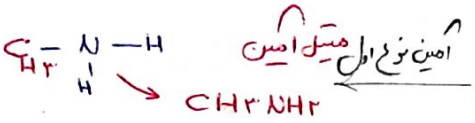
مثال: نوولار در لاشب‌ها و جیته‌ها و فیبر پنبه

### آمین

* آمین‌ها ساختار آمونیاک دارند

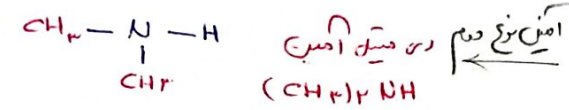
( $H-N-H$ ) به جای اتم‌های هیدروژن گروه آلکیل قرار می‌گیرد.

مثال ۱



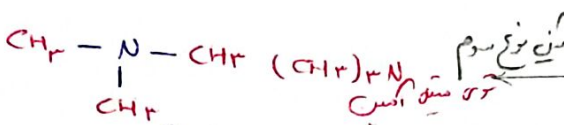
آمین نوع اول متیل آمین $CH_3NH_2$

مثال ۲



آمین نوع دوم دی متیل آمین $(CH_3)_2NH$

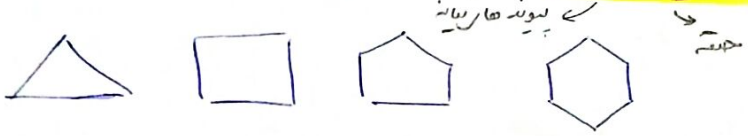
مثال ۳



آمین نوع سوم تری متیل آمین $(CH_3)_3N$

← نوع سه ناهمرنا شده

## سیکلوآلکان‌ها



← پیوند ها ریبانه

حلقه

$C_3H_6$ $C_4H_8$ $C_5H_{10}$ $C_6H_{12}$

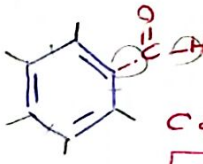
سیکلوآلکان‌ها ← $C_nH_{2n}$

← سیکلوآلکان‌ها و آلکن‌ها با هم ایزومر هستند.

مثال ← سیکلوهگزان

ایزومر ← $C_6H_{12}$

۲-هگزن



* بنزآلدهید

۵ پیوند دوگانه

$C_6H_5CHO$

$C_7H_6O$

۶-هپتانون نداریم به هیچ وجه !! ✗

۷-هپتانون نداریم

۵-هپتانون نداریم

## نکات مهم برای ورود به مسائل تستی

### سرعت مصرف یا تولید یک ماده در واکنش

در لحظات ابتدایی واکنش سرعت واکنش بسیار بالا است.
چون مقدار واکنش دهنده به مرور مصرف می‌شود، با گذشت زمان سرعت مصرف و تولید کاهش می‌یابد.
چون سرعت تابع غلظت واکنش است.

سرعت؟ تعداد مول‌های مصرفی یا تولیدی در واحد زمان.

$$R = \frac{\Delta n}{\Delta t} \quad (\text{Rate})$$

$\Delta n$: تغییر مول (نهایی − اولیه)

$$R_A = -\frac{\Delta n_A}{\Delta t} = R_A \qquad R_B = \frac{\Delta n_B}{\Delta t}$$

$\frac{mol}{min}$ ، $\frac{mol}{s}$ ، $\frac{mol}{h}$ ← واحد

$$\left|\frac{\Delta n_A}{\Delta t}\right|$$

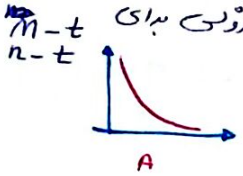
$A \rightarrow B$

A: واکنش‌دهنده — در حال مصرف شدن
B: فرآورده — در حال تولید شدن

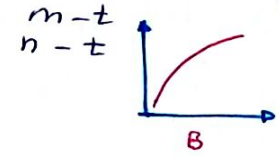
$\Delta n_A < 0$ ⊖ چون A در حال مصرف شدن هست پس تغییرات مول آن منفی است.

$\Delta n_B > 0$ ⊕ چون B در حال تولید و زیاد شدن هست تغییرات مول آن مثبت است.

* نمودار نزولی برای $n-t$ یا $m-t$




* نمودار صعودی برای $n-t$ یا $m-t$




$$R_A = -\frac{\Delta[A]}{\Delta t} = R_A = -\frac{\Delta m_A}{\Delta t} \qquad R = \frac{\Delta m}{\Delta t}$$

$$R_B = \frac{\Delta m_B}{\Delta t}$$

$\frac{mol}{L.s}$ ، $\frac{m}{s}$

* درمورد واکنش‌های فاز محلول (aq) یا گاز (g) ← $R = \frac{\Delta n}{V t}$ ← or

**دقت کنید**

$$R = \frac{\Delta n}{\Delta t} = \frac{mol}{s}$$

$$R = \frac{\Delta m}{\Delta t} = \frac{mol/L}{t} \qquad R = \frac{\frac{\Delta n}{V}}{t} = \frac{mol/L}{t}$$

**نکته** ← در یک واکنش شیمیایی در یک بازه‌ی زمانی معین، نسبت $\Delta n$ها (تغییر مول‌ها) و یا $\Delta m$ها (تغییر غلظت‌ها) و یا نسبت سرعت دو ماده‌ی مختلف برابر نسبت ضرایب استوکیومتری آن‌هاست.

$$aA \rightarrow bB$$

$$\frac{\Delta n_A}{\Delta n_B} = \frac{a}{b} \quad \text{کاربرد ها}$$

$$\frac{\Delta[A]}{\Delta[B]} = \frac{a}{b} \quad \text{تقسیم}$$

$$\frac{R_A}{R_B} = \frac{a}{b} \quad \Rightarrow$$

① A و B می‌توانند یا هر دو واکنش‌دهنده یا فرآورده باشند. برای مثال به ما اطلاعات را می‌دهند و تغییرات مولی A را می‌خواهند.

② یا با استفاده از نسبت تغییرات مولی ضرایب را بدست آورده و در معادله استاندارد می‌نویسیم.

مثال) $N_2O_4 \rightarrow 2NO_2$

$\frac{R_{N_2O_4}}{R_{NO_2}} = \frac{1}{2} \rightarrow$ چون ضریب نصف است پس سرعتش هم نصف سرعت $NO_2$ است.

مثال) $4KNO_3 \xrightarrow{T>500^\circ C} 2K_2O + 2N_2 + 5O_2$ ✓

$$\frac{R_{KNO_3}}{R_{O_2}} = \frac{4}{5}$$

$R_{KNO_3} = \frac{4}{5} \times R_{O_2}$ test°

« سینتیک شیمیایی » ← مسائل سرعت واکنش

Review

$mol = \frac{g}{\text{جرم مولی}}$

مثال ← اوره $= CO(NH_2)_2$

جرم مولی $= 12+16+28+4 = 60\ g/mol$

۳۰ g اوره چند مول اوره است؟ $\rightarrow mol = \frac{3}{60} = \frac{1}{2} = 0.5$

$mol = \frac{L_{Gas}}{22.4}$

$STP = \begin{cases} T = 0^\circ C\ (273\ K) \\ P = 1\ atm\ (760\ mmHg) \end{cases}$

حجم مولی گاز ها در شرایط استاندارد

سنتز نیاز ها کاهش سرعت شناسایی ← واکنش برگشت + موازنه

جرم مولی های مکرر ←

$H_3PO_4 = 98$ فسفریک اسید — $H_2SO_4 = 98$ سولفوریک اسید — $HNO_3 = 63$ نیتریک اسید — $CO_2 = 44$ — $NaOH = 40$

$C_9H_8O_4 = 180$ آسپرین — $C_6H_{12}O_6 = 180$ گلوکز — $KClO_3 = 122.5$ — $KNO_3 = 101$ — $CaCO_3 = 100$

$NaCl = 58.5$

$H_2O$ ← 18 روبدابر / g استفاده شده در استوکیومتری

$\text{درصد خلوص} = \frac{\text{g خالص}}{\text{g ناخالص}} \times 100$

$\text{g خالص} = \text{g ناخالص} \times \text{درصد خلوص}$

$\text{چگالی} = \frac{\text{جرم}}{\text{حجم}} \rightarrow \text{جرم} = \text{چگالی} \times \text{حجم}$

$M = \frac{n(mol)}{V(Lit)} \rightarrow mol = MV(L) \quad \left(V(mL) \div 1000\right)$

(غلظت مولار) — (use) قابلیت

توجه: بزرگ ← کوچک: $\times$ — کوچک ← بزرگ: $\div$

$20\ s \xrightarrow{\times 60} 2\ min$

س ۰ شمار مول ها در کدام نمونه ماده بیشتر است؟ (ریاضی ۹۱) $(H=1, C=12, O=16, Na=23, Cl=35.5\ g/mol)$

۱) ۱٫۳۸ گرم فلز سدیم ← $mol = \frac{1.38}{23} = 0.06$

۲) ۲٫۳۴ گرم سدیم کلرید / $NaCl$ ← $\frac{2.34}{58.5} = 0.04$ ← $\frac{234}{100 \times 58.5}$

۳) ۲ لیتر گاز $CH_4$ با چگالی ۱٫۳۴ g/L در STP ← $\frac{2.68}{22.4} = 0.12$

۴) ۰٫۸۶ لیتر گاز هیدروژن در شرایط STP ← $\frac{0.86}{22.4} = 0.038$ ← $\frac{1}{4} \leftarrow \frac{1 \times 10}{100 \times 4}$

$0.08 = \frac{0.64}{8}$

$1\ mol = 6.02 \times 10^{23}$ ذره (atom, molecule, Ion ...)

ریاضی ۹۱ ← $9.033 \times 10^{22}$ اتم آهن چند مول است؟ $\frac{9.033 \times 10^{22}}{6.022 \times 10^{23}} = 0.15\ mol$

جمع بندی

$$mol = \frac{g}{\text{جرم مولی}} = \frac{L_{Gas}}{22.4} = M \times L = \frac{M \times mL}{1000}$$

(g ناخالص × درصد خلوص) — (حجم × چگالی) — (ضریب) — (ضریب × جرم مولی) — (ضریب × 22.4 در STP) — (ضریب × 1000)

$$aA + bB \longrightarrow cC + dD$$

$$R_{\text{واکنش}} = \frac{R_A}{a} = \frac{R_B}{b} = \frac{R_C}{c} = \frac{R_D}{d}$$

$$R_{\text{واکنش}} = \frac{R_x}{\text{ضریب}}$$

## «سرعت واکنش»

کلی

نکته ← اگر $R$ واکنش را داشته باشیم حتماً $R$ هر ماده‌ای را بنویسیم.

$\downarrow = [A]$

$\uparrow = [B]$

با مرور زمان ← نکته مهم

وجوه تمایز

$\downarrow \begin{pmatrix} R_A \\ R_B \end{pmatrix}$ $R_A = \frac{\Delta[A]}{\Delta t} \downarrow$

$\downarrow \begin{pmatrix} \Delta[A] \\ \Delta[B] \end{pmatrix}$ $R_B = \frac{\Delta[B]}{\Delta t} \downarrow$