## 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

← اعداد عناصر جدول و یون های تک اتمی Max های باز (+۳) و مینیم (min) بار (-۳) است.

استثناء ← قلع در دوره ۱۴ یا برب یون های $^{+4}$ داریم. (۵۰)

ولی یون های آنها به آرایش گاز نجیب میرسند.

ولی جمع یون های تک اتمی آنیش آرایش گاز نجیب میرسند.

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

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

## 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

| (۱) | (۲) | (۱۳) |
|---|---|---|
| $Li^+$ | $Be^{2+}$ | |
| $Na^+$ | $Mg^{2+}$ | $Al^{3+}$ |
| $K^+$ | $Ca^{2+}$ | |
| $Rb^+$ | $Sn^{2+}$ | |
| $Cs^+$ | $Ba^{2+}$ | |

گروه اول $A^+$ — گروه دوم $A^{2+}$ — گروه (۱۳)

در پیوند ها یون مثبت میشوند

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Sc | Ti | V | Cr | Mn | Fe | Co | Ni | Cu | Zn |

دو ظرفیتی

لاین ۴ عناصر واسط

$Sc^{3+}$ — $Ti^{2+}$ $Ti^{4+}$ — $V^{3+}$ $V^{5+}$ — $Cr^{2+}$ $Cr^{3+}$ — $Mn^{2+}$ $Mn^{3+}$ — $Fe^{2+}$ $Fe^{3+}$ — $Co^{2+}$ $Co^{3+}$ — $Ni^{2+}$ $Ni^{3+}$ — $Cu^{+}$ $Cu^{2+}$ — $Zn^{2+}$

سه آرایش Ar میرسد — $Ti^{2+}$ → Ar — $V^{5+}$ → Ar

← برخی یون های عناصر واسط با آرایش گاز نجیب میرسند. یعنی پایدارترین آنها با آرایش گاز نجیب ماقبل هست مثل $Sc^{3+}$

| | | | | | | | | Ag نقره | Cd کادمیم |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|

$Ag^{+}$ $Cd^{2+}$

| | | | |
|---|---|---|---|
| | | | Hg جیوه |

$Hg^{2+}$

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

## یون های چند اتمی

نیترات ← $NO_3^-$ — نیتریت ← $NO_2^-$

سولفات ← $SO_4^{2-}$ — سولفیت ← $SO_3^{2-}$ — سولفید ← $S^{2-}$

کرومات ← $CrO_4^{2-}$ — دی کرومات ← $Cr_2O_7^{2-}$

پرمنگنات ← $MnO_4^-$ — منگنات ← $MnO_4^{2-}$

کربنات ← $CO_3^{2-}$ — فسفات ← $PO_4^{3-}$

هیدروکسید ← $OH^-$ — سیانید ← $CN^-$

آمونیوم ← $NH_4^+$ (آمونیاک: $NH_3$)

آزید ← $N_3^-$ — پراکسید ← $O_2^{2-}$ — کاربید ← $C_2^{2-}$

پرکلرات ← $ClO_4^-$ | کلرات ← $ClO_3^-$ | کلریت ← $ClO_2^-$ | هیپوکلریت ← $ClO^-$

پربرومات ← $BrO_4^-$ | برومات ← $BrO_3^-$ | برومیت ← $BrO_2^-$ | هیپوبرومیت ← $BrO^-$

پریدات ← $IO_4^-$ | یدات ← $IO_3^-$ | یدیت ← $IO_2^-$ | هیپویدیت ← $IO^-$

نکته ← آنیون‌های -۲ و -۳ بار منفی هم از این هیدروژن اضافه می‌شود یک بار منفی هم می‌شوم.

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).

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

(گروه عاملی کربوکسیل)

مثال ① ← (فرمیک اسید) متانوئیک اسید

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

مثال ② ← (استیک اسید) اتانوئیک اسید

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

مثال ③ ← بنزوئیک اسید

$C_6H_5COOH$

مثال ④ ← اگزالیک اسید ← یک کربوکسیلیک اسید دوعاملی

$C_2H_2O_4$ $OH-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-OH$

نکته ← کربوکسیلیک اسید $\xrightarrow{-H}$ کربوکسیلات (اسیدی)

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

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

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

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

دو هیدروژن اسیدی

«صرفه فرمول نویسی ترکیبات یونی»

کاتیون + آنیون

آلومینیوم اکسید → $Al^{3+}$ $O^{2-}$ → $Al_2O_3$

اکسید کلسیم → $Ca^{2+}$ $O^{2-}$ → $CaO$

فسفات پتاسیم → $K^+$ $PO_4^{3-}$ → $K_3PO_4$

پراکسید لیتیم → $Li^+$ $O_2^{2-}$ → $Li_2O_2$

دی کرومات آمونیوم → $NH_4^+$ $Cr_2O_7^{2-}$ → $(NH_4)_2Cr_2O_7$

استات روی → $Zn^{2+}$ $CH_3COO^-$ → $Zn(CH_3COO)_2$

بنزوات سدیم → $Na^+$ $C_6H_5COO^-$ → $NaC_6H_5CO_2$

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

پرمنگنات پتاسیم → $KMnO_4$ ✓

پرکلرات روی → $Zn(ClO_4)_2$ ✓

هیپوکلریت منیزیم → $Mg(ClO)_2$ ✓

هیدروژن فسفات کلسیم → $CaHPO_4$ ✓

نیترید استرانسیم → $Sr_3N_2$ ✓

منگنات کروم → $Cr_2(MnO_4)_3$ ✓

سولفیت آمونیوم → $(NH_4)_2SO_3$ ✓

اگزالات کلسیم → $CaC_2O_4$ ✓

توشه‌ای برای موفقیت

## سؤال های ترکیبی

چند نوع عنصر؟
۱) تعداد اتم؟
۳) نسبت شمار آنیون به کاتیون؟
۴) ترکیب یونی چند تایی؟ یا بار
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 ⇐ ④ ← ترکیب یونی دوتایی

$\frac{\text{کاتیون}}{\text{آنیون}} = ②$

$\frac{\text{تعداد آنیون}}{\text{کاتیون}} = \frac{\text{بار کاتیون}}{\text{بار آنیون}}$ ← رابطه تستی

(معکوس)

مثال ① → لیتیم برانسید ⇐ $\frac{\text{کاتیون}}{\text{آنیون}}$ ⇐ $Li^{+} \quad O_2^{2-}$

مثال ② → آمونیوم نیترات ⇐ ترکیب یونی دوتایی ⇐ ③

$NH_4NO_3$

---

## تست های مرتبط درسی

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

| | ۱ | ۲ |
|---|---|---|
| ۱ | باریم نیترات | آمونیوم سولفات |
| ۲ | آلومینیوم کربنات | آهن (III) سولفات |
| ۳ | منیزیم نیترات | روبیدیم کلرات |
| ۴ | سدیم سولفیت | روی فسفات |

۱) ۱ - ۳
۲) ۴ - ۱
۳) ۲ - ۴
۴) ۳ - ۲

② عنصر A با عدد اتمی ۳۸ به احتمال زیاد با عنصر X با عدد اتمی ـــــ یونش داده و ترکیب ـــــ با فرمول ـــــ تشکیل می دهد. تجربی ۹۳ $Sr^{2+}$

۱) ۳۵ - نوع یونی - $AX$
۲) ۳۵ - یونی - $AX_2$
۳) ۱۶ - کوولانسی - $AX_2$
۴) ۱۶ - یونی - $A_2X$

③ تفاوت مجموع شمار اتم ها در فرمول شیمیایی کلرید دی کرومات و دی کرومو فسفات است؟ تجربی ۹۴

$CuCr_2O_7$ ← ⑩ ، $Cr^{2+}$ ، $CrMnO_4$ ← ④

۱) ۲ ۲) ۴ ۳) ۵ ۴) ۶

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

۱) ۳ ۲) ۴ ۳) ۵ ۴) ۶

$M_2X_3 \longrightarrow Al_2O_3$

⑤ عنصر A برای پایدار شدن به یون با آرایش گاز نجیب $_{10}Ne$ و عنصر B برای پایدار شدن به یون با آرایش گاز نجیب $_{36}Kr$ می رسد. کدام گزینه در مورد عنصر پایدار شده حتماً درست است؟ دوسیت

۱) ترکیب حاصل از عناصر A و B یک ترکیب یونی است.
۲) لایه های الکترونی یون های پایدار حاصل، حتماً یکسان است.
۳) شمار الکترون های ظرفیتی یون پایدار حاصل از عنصر A، $\frac{1}{6}$ شمار اوربیتال های حتماً پر در یون پایدار حاصل از عنصر B است. $1s^2\,2s^2\,2p^6$ (۱۸)
۴) در یون پایدار حاصل از عنصر A، شش تا یا عدد های کوانتومی $n=2$ و $l=1$ و در یون پایدار حاصل از عنصر B شش تا عدد های کوانتومی $n=3$ و $l=2$ وجود دارد.

③

اثر در آرایش الکترونی عنصر اصلی $x$ تعداد $e$ های ظرفیت ۶ برابر شمار بقیه $e$ ها باشد، عناصر یا یون پایدار آن ——— و فرمول ترکیب ضمیم دار آن ——— می‌باشد. رویش

$x^- \rightarrow$ ۱۷ الکترون‌های ظرفیت $\rightarrow$ ۷ $\quad \frac{7}{x} = 0.4 \rightarrow$ اشتباه

$x^{2-} \rightarrow$ ۱۶ $\rightarrow$ ۶ $\quad \frac{6}{x} = 0.4 \rightarrow 4x = 10$

$16 \xrightarrow{-2} x^{2-} \rightarrow (CaX)$

(۱ $CaX_2 - X^-$ $\quad$ (۲ ~~$CaX - X^-$~~

(۳ ~~$CaX_2 - X^{2-}$~~ $\quad$ (۴ $CaX - X^{2-}$

the end

پایان فصل ترکیبات یونی

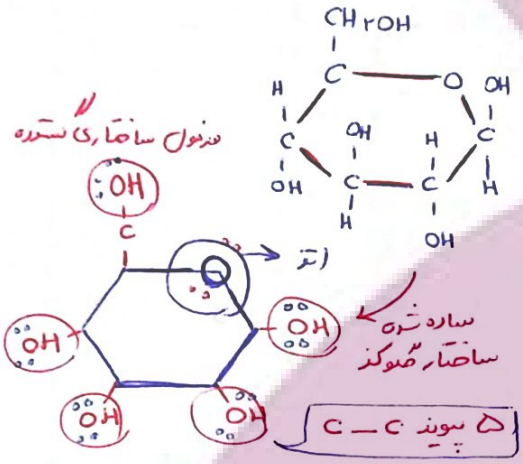
## فرمول مولکولی - فرمول تجربی و فرمول ساختاری

صمغ عربی ← $C_6H_{12}O_6$ ← فرمول تجربی ← $CH_2O$

۲۴ مولکول اتم

فقط نسبت اتم‌ها را بیان می‌کند.

فرمول ساختاری گسترده



ساده شده ساختار گلوکز

۵ پیوند C — C

## حفت e ناپیوندی ← سه‌تایی

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

$3 \times 4 = 12$

مثال) حفت ناپیوندی $C_6H_{12}O_6$ ؟ کربن و هیدروژن حفت e ناپیوندی نمی‌پذیرند.

۱۲ حفت e ناپیوندی (۲۴ تا e ناپیوندی).

۵ تا اتم

اتر $\Rightarrow R - O - R$

«گلوکز اروماتیک نیست»

زیرا اروماتیک دارای حلقه‌های بنزن هست که یک ابر الکترون دارای پیوند توخالی هستند و همچنین رأس‌های آن کربن است.

## روش تشخیص حفت e های پیوندی

e های پیوندی = e های ظرفیتی

حفت e های پیوندی و ناپیوندی

زیرا وند عناصر فرمول × e ظرفیت

مثال ← $C_6H_{12}O_6$

$e$ ظ $= 6(4) + 12(1) + 6(6) = (72)$

پیوندی $e$ $72 - 24 = 48$

یعنی ۲۴ حفت e پیوندی (یا همان پیوند کووالانسی)

$\frac{\text{حفت پیوندی}}{\text{حفت ناپیوندی}} = \frac{24}{12} = (2)$

## نکته

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

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) ← $CH_2O$ ← (متانال)

کتب آبی: $C_nH_{2n}O$

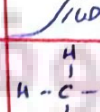
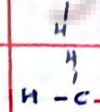
اسید اسید (آمینو اسید) ← $C_2H_4O_2$

گلوکز ← $C_6H_{12}O_6$

$CH_2O$

ایزومر (همیار)

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

| ترکیب | فرمول مولکولی | فرمول ساختاری | نقطه جوش | چگالی |
|---|---|---|---|---|
| اتانول | $C_2H_6O$ |  | ۷۸ (گروه عاملی O-H) | ۰٫۸۱۶ |
| دی متیل اتر | $C_2H_6O$ |  | −۲۴٫۵ | ۰٫۶۶۱ |

$C_nH_{2n+1}OH \rightarrow C_nH_{2n+2}O$ (اتصه)

۴

اتانول > دی متیل اتر ← اتانول

دی متیل اتر ← گازی است که به عنوان پیشران در اسپری ها و گاز بیحال 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 $C_6H_{12}O_2$ ← شیره خشک شده با اختلاف ۱۴ اتم

آلکین آلکانوات (استر) ← $C_nH_{2n}O_2$

## موازنه

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

روش وارسی ← ① به ترکیب پیچیده تر ضریب ۱ می دهیم

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

$2\times$

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

$N_2 + 3H_2 \longrightarrow 2NH_3$

③ ② ① $N_2 + (H_2) \longrightarrow (NH_3)$

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

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

③ $1C_3H_5(NO_3)_3 \xrightarrow{\Delta} 3CO_2 + H_2O + N_2 + \frac{5}{2}O_2$ (مثلث دینامیت)

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

④ $C_4H_8(NO_2)_4 \longrightarrow 12CO_2 + 10H_2O + 4N_2 + O_2$

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

مجموع ضرایب ← ۲۹ فراورده

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

(فسفریک اسید) — اندیس برداشته

Ca ✓

$PO_4$ ✓

④ وقتی هیچ یک از عناصر شرایط شروع را ندارند با آن شروع می کنیم که در ترکیب پیچیده تری حضور دارد.

توشه ای برای موفقیت

# واکنش نویسی

همه واکنش های تجزیه نوشته هستند. / اسید همه شرط گذاری شده اند.

تجزیه ← ۴ قاعده مهم تجزیه

← حالت فیزیکی مهم است.

① کربنات فلز $\xrightarrow{\Delta}$ اکسید فلز + $CO_2$

$CO_3^{2-}$ (s) → $O^{2-}$ (s) + $CO_2$ (g)

مثال ← تجزیه کلسیم کربنات ← $CaCO_3(s) \xrightarrow{\Delta} CaO(s) + CO_2(g)$ ✱ مهم

$\xrightarrow{822°C}$

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

واکنش تجزیه کربنات فلزهای ۲+ موازنه شده است.

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

② هیدروژن کربنات فلز $\xrightarrow{\Delta}$ کربنات فلز + $CO_2$ + $H_2O$

$HCO_3^-$ (s) → (s) + (g) + (g)

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

جوش شیرینی ← یا بی کربنات سدیم

③ نیترات فلز $\xrightarrow{\Delta}$ نیتریت فلز + $O_2$

$NO_3^-$ (s) → $NO_2^-$ (s) + (g)

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

④ کلرات فلز $\xrightarrow{\Delta}$ کلرید فلز + $O_2$

$ClO_3^-$ (s) → $Cl^-$ (s) + (g)

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

## واکنش های 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 ← $(NH_4)_2Cr_2O_7(s) \rightarrow Cr_2O_3 + N_2(g) + H_2O(g)$

$NH_4^+$ / $Cr_2O_7^{2-}$ / کروم (III) اکسید سبز رنگ / نارنجی رنگ

تجزیه نیترو گلیسیرین ←

✱ ماده منفجره

$4C_3H_5(NO_3)_3 \rightarrow 12CO_2(g) + 10H_2O(g) + 6N_2(g) + O_2(g)$

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

see now

گلیسیرین (گلیسرول) ← $C_3H_8(OH)_3$ ← $CH_2(OH)-CH(OH)-CH_2(OH)$

یک الکل سه عاملی

۳ تا OH دارد

جرم مولی = ۹۲

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

گلی سین (آمینو استیک اسید) ← $NH_2-CH_2-COOH$ ← $H-\underset{H}{N}-\underset{H}{\overset{R}{\underset{|}{\overset{|}{C}}}}-COOH$

آمین / کربوکسیل

جرم مولی گلی سین = 75

تجزیه پتاسیم پرمنگنات

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

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

تجزیه هیدروژن پراکسید (آب اکسیژنه) ← $2H_2O_2\ (aq) \xrightarrow[FeSO_4]{} 2H_2O\ (l) + O_2\ (g)$

// دی نیتروژن تترا اکسید ← $N_2O_4 + Q \Rightarrow 2NO_2\ (g)$ (بی‌رنگ ← قهوه‌ای)

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

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

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

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

✡ $H_2CO_3\ (aq) \longrightarrow CO_2\ (g) + H_2O\ (l)$ ← اسید ناپایدار — ترشیک اسید — $[CO_2(aq)]$

✡ $H_2SO_3\ (aq) \longrightarrow SO_2\ (g) + H_2O\ (l)$ — سولفورد اسید — $[SO_2(aq)]$

// مس (II) سولفات ۵ آبه

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

ایران توشه
توشه ای برای موفقیت

# آرایش الکترونی (اصل آفبا)

ترتیب پرشدن زیرلایه ها از ۴ (اصل آفبا)

زیرلایه ای زودتر از ۴ 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 که زودتر از ۴ اشغال می‌شود که $n$ کوچک‌تری دارد.

مثلاً 2p و 3S ولی 2p زودتر پر می‌شود.

(2) $2+1=3$ (3) $3+0=3$

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| $n=1$ | 1s | | | |
| $n=2$ | 2s | 2p | | |
| $n=3$ | 3s | 3p | 3d | |
| $n=4$ | 4s | 4p | 4d | 4f |
| $n=5$ | 5s | 5p | 5d | 5f |
| $n=6$ | 6s | 6p | 6d | 6f |
| $n=7$ | 7s | 7p | 7d | 7f |

| | | |
|---|---|---|
| 5g | | |
| 6g | 6h | |
| 7g | 7h | 7i |

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

← قبل از 4S ۴f وجود ندارد.

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

الگوی نوشتن و ترتیب زیرلایه ها

$1s^2 \mid 2s^2\ 2p \mid 3s\ 3p \mid 4s\ 3d\ 4p \mid 5s\ 4d\ 5p \mid 6s\ 4f\ 5d \mid 7s \mid 6p$

$\frac{ns\ (n-2)f\ (n-1)d\ np}{}$

$n \geq 4$ ← $n \geq 2$ ←

$n \geq 6$ ← به صورت ریاضی

- p مثل S ← بعد از 2S میاد
- d یکی کمتر از S ← بعد از 4S میاد
- f دو تا کمتر از S ← بعد از 6S میاد

چه نکته ای ؟

$4s^2$ ↓ $3d^{10}$ ↓

۳۵ تا ۳۵ 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 $^2$ ماده نجیب + 1

## رسم آرایش الکترونی یون فلزهای واسطه

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

عنصر

$\rightarrow [Ar]\ 4d^5$

نکته ← در رسم آرایش الکترونی یون های عناصر واسطه:

ابتدا آرایش اتم مورد نظر را در حالت خنثی رسم می‌کنیم سپس به تعداد بار مثبت، ابتدا از زیرلایه $S^2$ و سپس از آن در صورت لزوم از زیرلایه d الکترون جدا می‌کنیم.

$_{29}Cu^+ \rightarrow 3d^{10}$

$_{29}Cu^{2+} \rightarrow 3d^9$

نکته مهم ← یون های فلزهای واسطه 4S ندارند.

## آستناهای رسم آرایش الکترونی

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

$Cr \Rightarrow 4s^2\ 3d^4 \rightarrow 4s^1\ 3d^5$

$Ca \Rightarrow 4s^2\ 3d^9 \rightarrow 4s^1\ 3d^{10}$

نکته تیز

$S^2 d^4 \rightarrow S^1 d^5$

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

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

$S^2 d^9 \rightarrow S^1 d^{10}$

توشه ای برای موفقیت

تناوب = ۴

دوره = ۸

$Fe_{26} = \ldots 4s^{2}\ 3d^{6}$ (۸e)

لایه ظرفیت

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

تناوب = ۴

دوره = 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 ← عددشان 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 تستی

تعیین تناوب و گروه با استفاده از گازهای نجیب

اختلاف عدد اتمی هر عنصر با نزدیکترین گاز نجیب

شماره گروه ← آخر عدد اتمی بزرگتر باشد ← اختلاف آنها

آخر عدد اتمی کوچکتر باشد ← اختلاف − ۱۸

اول: $_{2}He$ ۱

دوم: $_{10}Ne$ ۳

سوم: $_{18}Ar$ ۱۱

چهارم: $_{36}Kr$ ۱۹

پنجم: $_{54}Xe$ ۳۷

ششم: $_{86}Rn$ ۵۵

Example

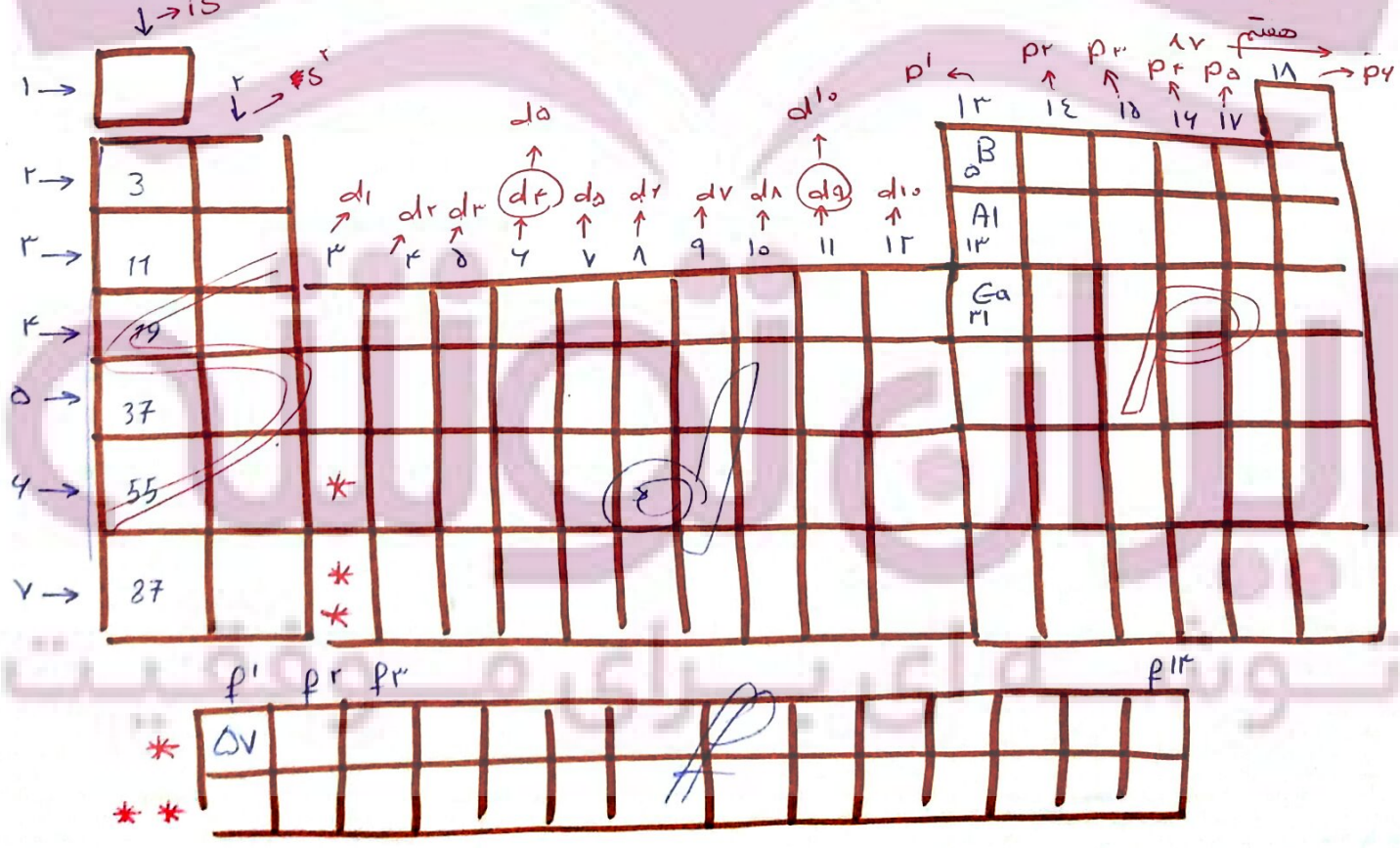
$_{43}X \rightarrow 7$ ⇒ شماره گروه

$_{10}Y$ اضافه $\rightarrow 6$ ⇒ $6 - 18 \rightarrow$ گروه $= 12$

$_{24}Cr$ (6) $\quad _{29}Cu$ (11)

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

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 انرژی) از $e$ اشغال شده است. میان آنها ـــــ زیرلایه هر یک دارای دوالکترون و ـــــ زیرلایه هر یک دارای (شش) $e$ است. ریاضی ۸۵

$_{32}Ge$

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.

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

۱) ۱۲ . ۴ و ۵ ۲) ۱۲ و ۳ و ۱ ۳) ۱۵ و ۴ و ۵ ۴) ۱۵ . ۳ . ۱

$_{22}Ti^{\circ} = \ldots 4s^2\ 3d^2$

③ الکترون های آخر اسپیوان ($_{51}Sb$) در آخرین زیرلایه‌ی $p$ آن، در کدام عدد کوانتومی با یکدیگر تفاوت دارد؟ ریاضی ۸۷ خارج نظام جدید

۱) $l$ ۲) $n$ ۳) $m_l$ ۴) $m_s$ ۵) $\ldots 5p^3$

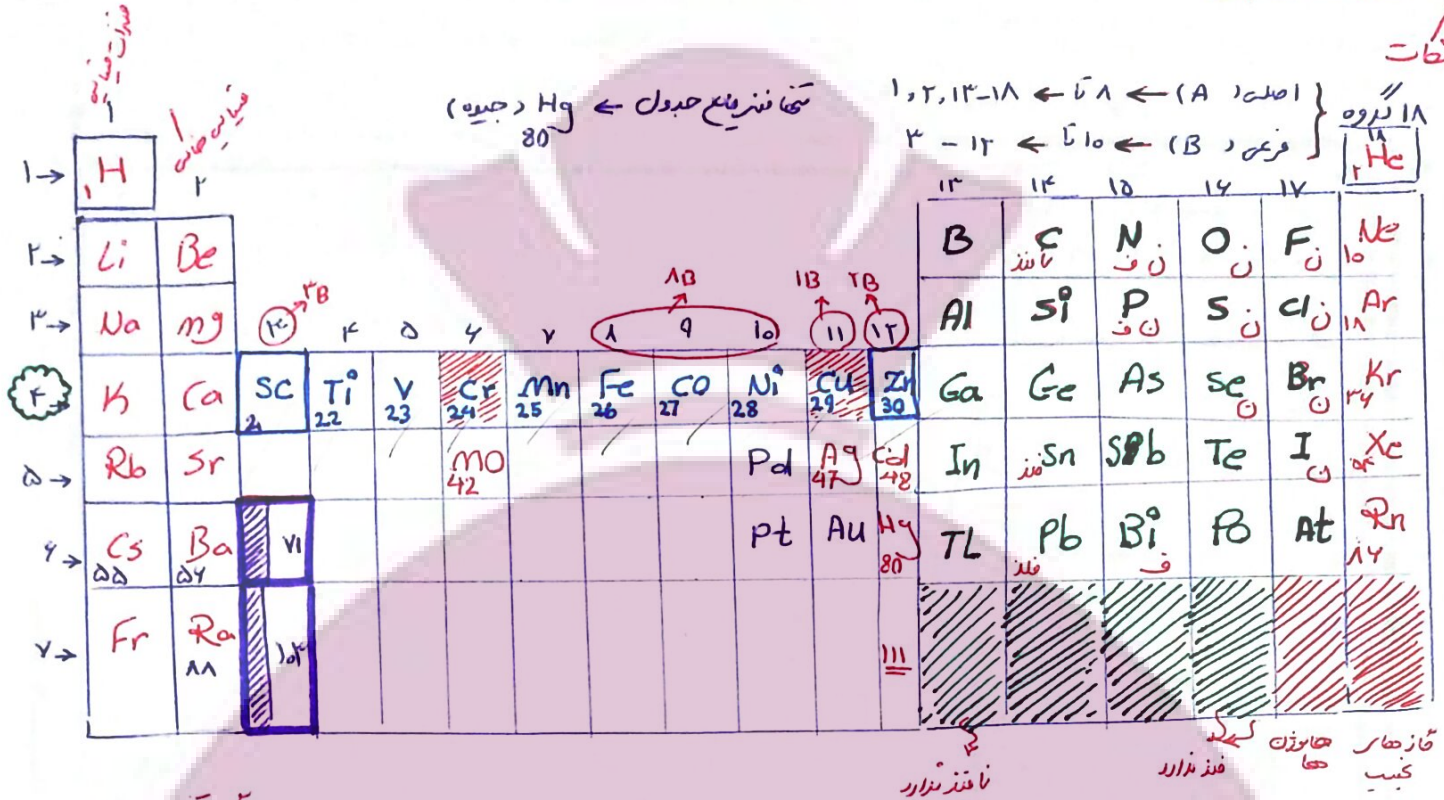
④ آرایش الکترونی حاتون در $_{27}Co^{3+}$ کدام است؟ (کلیات در دوره‌ی چهارم گفته شده ۹ جدول تناوبی جای دارد) ریاضی ۹۱

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

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

ایران توشه
توشه ای برای موفقیت

# جدول تناوبی




- تناوب اول ← شامل 2 عنصر (H ، He)
- تناوب دوم و سوم ← هر کدام 8 عنصر (اصلی)
- در گروه های اصلی ← عنصرهای هر گروه تناوب دوره ای اند (به جز گروه 18).
- واسطه ها از تناوب چهارم وارد می شوند (با عنصر Sc 21)
- تناوب چهارم و پنجم هر کدام شامل 18 عنصر (8 گروه اصلی + 10 واسطه).
- لانتانیدها ← تناوب 6 گروه 3 — اکتینیدها ← تناوب 7 گروه 3
- تناوب 6 ← شامل 32 عنصر (18 عنصر + 14 لانتانیدها) - طولانی ترین تناوب
- تناوب 7 ← ناقص (؟ عنصر + 14 عنصر اکتینیدها).
- طولانی ترین گروه ← گروه 3

نکات ← فراوانه عناصر در جدول تناوبی:

شبه فلزها ← 8 شبه فلز دارم.

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

- در گروه های 13 و 17 یک شبه فلز و در گروه های 14، 15، 16 دو شبه فلز.
- در تناوب 2 ، یک شبه فلز
- در تناوب های 4، 5 و 6 ، 2 شبه فلز

نکته (جه نکته ای)!

بالای شبه فلزها ← نافلزها

پایین شبه فلزها ← فلزها

نکات فراوانی عناصر در جدول تناوبی :

نافلزها : ۱۷ نافلز داریم .

هیدروژن (H) ـ کربن (C از گروه ۱۴) ـ نیتروژن و فسفر (P از گروه ۱۵) ـ اکسیژن (O) و گوگرد (S) و سلنیم (Se از گروه 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 ← جامد
C P S Se I

فلزها ← بیش از ۸۰ درصد عناصر جدول فلزهستند

۱۲ - ۱ ← تقریباً فلزند جز نافلزها و گازهای نجیب } 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 فلزهای واسطه داخلی اند.

نافلزها

عدد اتمی زوج ← گروه زوج
عدد اتمی فرد ← گروه فرد

* برای اینها نیز همین

مثال ۸
۱) گروه ۱۵
۲) گروه ۱۴
۳) گروه ۳
۴) گروه ۱۷

$y$ ، $x$ ، ۷۵ ، ۵۷ ، ۷۵ - ۵۷ = ۱۸ لانتانیدها

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

28 + 18 = 46

۱) Mo
۲) Pd
۳) Cd
۴) Ba

در میان ۴ عنصر A (۱۳) - X (۱۹) - Y (۳۱) - D (۳۶) 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 عددی طبیعی بداند ۲۵ است، عدد اتمی عنصر اصلی هم دوره بعد از آن کدام است؟ ریاضی خارج ۹۰

۱) ۲۸ ۲) ۳۵ ۳) ۳۱ ۴) ۳۲

لایه ← حرف

| | | |
|---|---|---|
| ۱s | S | هفتمین |
| ۲s ۲p | p | ششمین |
| ۳s ۳p ۳d | d | پنجمین |
| ۴s ۴p ۴d ۴f | f | چهارمین |
| | g | سومین |

نکات

اطراف هسته اتم ۷ لایه داریم.
هر لایه از تعدادی زیرلایه تشکیل شده است.
در هر لایه به تعداد شماره لایه زیرلایه داریم

لایه‌ها: K L M N O P Q

هر زیرلایه از تعدادی اوربیتال تشکیل شده است.

زیرلایه‌ها: s p d f g

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. ↑↓

(۱) عدد کوانتومی اصلی ($n$)

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

۷ // تعداد زیرلایه‌ها در هر لایه الکترون

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

۷ هر چه $n$ بزرگتر باشد اوربیتال هم بزرگتر است.

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

(۲) عدد کوانتومی اوربیتالی (فرعی) ($l$)

۷ مشخص کننده نوع زیرلایه

$l=0$ → s □
$l=1$ → p □□□
$l=2$ → d □□□□□
$l=3$ → f □□□□□□□

۷ مشخص کننده نوع اوربیتال و تعداد اوربیتال

مثال)

$n=3$ ، $l=1$ } $3p$ (p)

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

گستره تغییرات $l$ = $l = 0$ تا $(n-1)$

$n = 3$
$l = 3$ } ⇒ $3f$ ✗ نداریم

$l = 0 - 2$

۷. عدد کوانتومی مغناطیسی ($m_l$) $m_l = -l$ تا $+l$
مشخص کننده جهت گیری اوربیتال ها در فضا

$p \Rightarrow l = 1 \rightarrow m_l = -1 , 0 , +1$

۸. ...

$n = 1 \rightarrow 1s^2$
$n = 2 \rightarrow 2s^2\ 2p^6$
$n = 3 \rightarrow 3s^2\ 3p^6\ 3d^{10}$
$n = 4 \rightarrow 4s^2\ 4p\ 4d\ 4f$
$n = 5 \rightarrow 5s\ 5p\ 5d\ 5f\ 5g$
$n = 6 \rightarrow 6s\ 6p\ 6d\ 6f\ 6g\ 6h$
$n = 7 \rightarrow 7s\ 7p\ 7d\ 7f\ 7g\ 7h\ 7i$

$n = 1 \rightarrow 1s \rightarrow$ ۱ اوربیتال
$n = 2 \rightarrow 2s\ 2p \rightarrow$ ۴ اوربیتال
$n = 3 \rightarrow 3s\ 3p\ 3d$ ← ۹ اوربیتال
$n = 4 \rightarrow 4s\ 4p\ 4d\ 4f$ ← ۱۶ 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 e در هر لایه ← $2n^2$

در هر اوربیتال ← حداکثر تعداد e : ۲

← حداکثر e ها در هر زیرلایه ← $4l + 2$

س ۵. در یک اتم حداکثر چند e با اعداد کوانتومی $n = 4$ و $l = 3$ وجود دارند که مقادیر $m_l$ آن ها اعداد صحیح فرد باشند؟ (ریاضی)

۱) ۶ ۲) ۸ ۳) ۱۰ ۴) ۱۴

$4f \rightarrow 14$

$-3 \leftarrow \rightarrow +3$

۲ ۲ ۲ ۲

ایران توشه
توشه ای برای موفقیت

هیدروکربن ← سیرشده ← هرات کربن به ۴ اتم دیگر متصل است. (آلکان‌ها)
سیرنشده ← بیشتر از ۴ اتم (آلکن‌ها - آلکین‌ها)

نتیجه: — ← سیرشده ← آلکان‌ها
= یا ≡ ← سیرنشده ← آلکن‌ها - آلکین‌ها

## آلکان‌ها

① ساده‌ترین آلکان ← $CH_4$ (متان)

② $C_2H_6$ اتان

③ $C_3H_8$ پروپان

④ $C_4H_{10}$ بوتان راست زنجیر

$C_4H_{10}$ بوتان شاخه دار

فرمول عمومی آلکان‌ها = $C_nH_{2n+2}$

ایزومر: فرمول یکسان و ساختار متفاوت

$CH_4$ 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

فرمول عمومی آلکن‌ها ← $C_nH_{2n}$

$C_4H_8$ بوتن

$C_3H_6$ پروپن

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

* آلکن با یک اتم کربن نداریم یعنی متن نداریم

## آلکین‌ها

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 (-) : $C_nH_{2n+2}$
آلکن (=) : $C_nH_{2n}$
آلکین (≡) : $C_nH_{2n-2}$

$CH_4$ متان، $C_2H_6$ اتان

$C_2H_4$ اتن (اتیلن)

$C_2H_2$ اتین (استیلن)

آلکان $\xrightarrow{-H}$ آلکیل

$C_nH_{2n+1}$

آلکیل با ۱۲ اتم کربن → $C_{12}H_{25}$ دودسیل

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

متیل به شکل آزاد وجود ندارد چون خطوط نیمه‌تمام دارد

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

پروپان $C_3H_8$ → $CH_2CH_2CH_3$ پروپیل

$C_3H_7$ → $CH_3CHCH_3$ ایزوپروپیل

گروه عاملی | دسته (خانواده)

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

اتر ← $-O-$

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

الدهید ← $-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-H$

استر ← $-COO-$ | $C_nH_{2n}O_2$

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

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

آمین ← $-N-$

$H-\overset{H}{\underset{|}{N}}-H$

سه ← آمونیاک ساختار ← جای اتم‌های هیدروژن ← گروه آمین قرار بگیرد ← آمین

$CH_3-NH_2$ ← متیل آمین

$CH_3-NH-CH_3$ ← دی‌متیل آمین

$CH_3CH_2-NH_2$ ← اتیل آمین

$(CH_3)_3N$ ← تری‌متیل آمین ← چون به‌جای سه هیدروژن قرار گرفته

---

$HCOOH$ ($CH_2O_2$) ← متانوئیک اسید

$CH_3COOH$ ($C_2H_4O_2$) ← اتانوئیک اسید (استیک اسید)

---

الکل ← $-OH$ (هیدروکسیل)

مثال ۱: متانول ← $CH_3-OH$ ← $CH_4O$ ← متیل + الکل (الکل چوب)

الکل ← متانول ← $CH_3OH$

تجزیه متانول: $CH_3OH \rightarrow CO + H_2$

مثال ۲: اتانول ← $C-C-OH$ ← $C_2H_5OH$ ← $CH_3CH_2OH$ ← 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 روی C وسط) ✓

$C-C-C$ (OH روی C انتها) ✓

---

اتیلن گلیکول (ضدیخ) ← دو تا OH ← $CH_2(OH)-CH_2(OH)$ ← $C_2H_6O_2$

گلیسرین (گلیسرول) ← سه تا OH ← ۱و۲و۳-پروپان تری‌ال ← $CH_2(OH)-CH(OH)-CH_2(OH)$ ← $C_3H_5(OH)_3$ ← $C_3H_8O_3$

---

انواع الکل:

الکل نوع اول: $C-C-C(OH)$ ← C نافی پیوند به C وصل است.

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

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

ایران توشه
توشه ای برای موفقیت

## اترها

حمای ـ O ـ حمای

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

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

فرمول عمومی اترها → $C_nH_{2n+2}O$

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

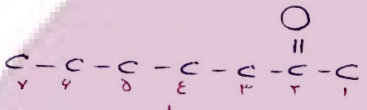
الکل / اتر } $C_nH_{2n+2}O$

## کتون

(دی کربونیل) حمای ـ C(=O) ـ C(=O) ـ حمای

مثال ۱ — پروپانون (استون) $CH_3-C(=O)-CH_3$ → $C_3H_6O$

مثال ۲ — ۲-هپتانون



→ $C_7H_{14}O$

۱-هپتانون نداریم ×

* در کتون ها حداقل ۳ اتم کربن داریم.

## آلدهید

حمای ـ C(=O) ـ H

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

متانال (فرمالدهید)

جوهر مورچه

$CH_3-C(=O)-H \rightarrow C_2H_4O$

اتانال (استالدهید)

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

$C_nH_{2n}O$

کتون / آلدهید } $C_nH_{2n}O$

## استرها

حمای ـ C(=O) ـ O ـ حمای

حمای اول: حمای عاملی (C=O)

حمای دوم: حمای اکسیژن (O) وصل می‌شود.

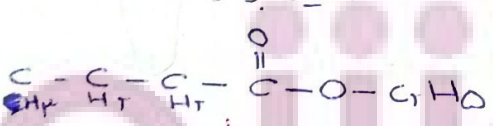
* قاعده نام‌گذاری ← آلکیل آلکانوات

مثال ۱ → اتیل اتانوات

کلمه اتانوس نشان‌دهنده وجود ۲ کربن است.

$CH_3-C(=O)-O-C_2H_5$ → $C_4H_8O_2$

مثال ۲ → اتیل بوتانوات



→ $C_6H_{12}O_2$

$C_nH_{2n}O_2$

## کربوکسیلیک اسیدها

$-C(=O)-OH$

مثال ۱ — متانوئیک اسید (فرمیک اسید)

$H-C(=O)-OH \rightarrow CH_2O_2 \rightarrow HCOOH$

مثال ۲ — اتانوئیک اسید (استیک اسید)

$CH_3-C(=O)-OH$ → $C_2H_4O_2$

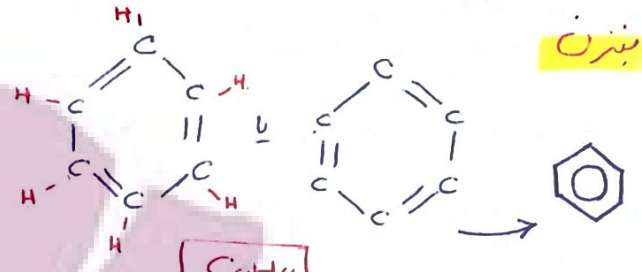
$C_nH_{2n}O_2$

نکته ← استرها و اسیدها ایزومر هستند (به شرط کربن برابر)

استر / اسید } $C_nH_{2n}O_2$

ایران توشه
توشه ای برای موفقیت

## بنزن



$C_6H_6$

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

* بنزن سرده‌ی آروماتیک است و ساده‌ترین ترکیب آروماتیک است.

بنزن یک ماده‌ی مایع، بی‌رنگ و فرار است.

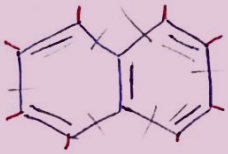
◆ مواردی که نقطه‌ی جوش آنها از ۱۰۰°C (۱۰۰ درجه) عددشان فرار و دارد و بیشتر از ۱۰۰°C باشد غیرفرار است.

تولوئن یک بنزن است که یک هیدروژن آن متصل است.

بنزن $C_6H_5CH_3$

تولوئن ($C_7H_8$) ← آروماتیک است.

## نفتالن



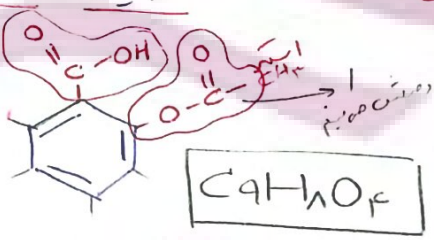
$C_{10}H_8$

کاربرد: 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

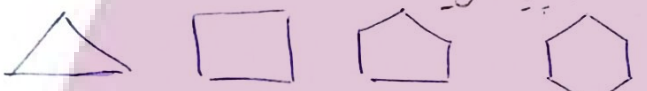


$C_9H_8O_4$

## سیکلوآلکان‌ها

پیوند یگانه

حلقه



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

سیکلوآلکان‌ها ← $C_nH_{2n}$

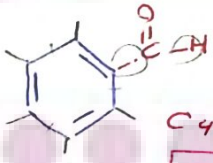
سیکلوآلکان‌ها و آلکن‌ها با هم ایزومر هستند.

مثال ← سیکلوهگزان

ایزومر ← $C_6H_{12}$

۲-هگزن

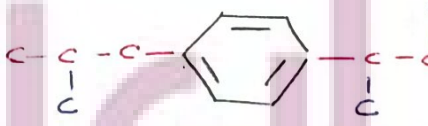
* بنزآلدهید



۵ پیوند دوگانه

$C_6H_5CHO$

$C_7H_6O$



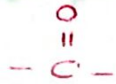
هیپوپروفن ← $C_{13}H_{18}O_2$

۶-هپتانون نداریم به هیچ وجه ✗

۷-هپتانون نداریم

۵-هپتانون نداریم

## آمین



مثال: نوولار در لاشب‌ها و جیه‌ها فعال هستند

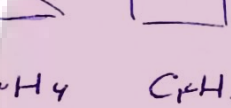
* آمین‌ها از جایگزینی یک یا چند اتم هیدروژن ($H-N-H$) با گروه آمینی قابل تهیه‌اند.

مثال ۱

آمین نوع اول متیل آمین

$CH_3NH_2$

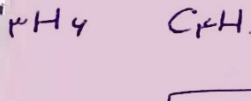
مثال ۲



آمین نوع دوم دی متیل آمین

$(CH_3)_2NH$

مثال ۳



آمین نوع سوم تری متیل آمین

$(CH_3)_3N$

نوع آمین‌ها بر اساس تعداد هیدروژن‌های جایگزین شده

## نکات مهم برای ورود به مسائل سینتیک

### سرعت مصرف یا تولید یک ماده در واکنش

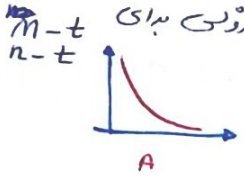
در لحظات ابتدایی واکنش سرعت واکنش بسیار بالا است.
چون مقدار واکنش دهنده به سرعت مصرف می‌شود، اما با گذشت زمان سرعت مصرف و تولید کاهش می‌یابد.
چون سرعت تابع غلظت واکنش است.

$A \rightarrow B$
واکنش‌دهنده — فرآورده
در حال مصرف شدن — در حال تولید شدن

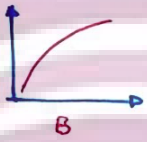
$\Delta n_A < 0$ ⊖ — چون A در حال مصرف شدن هست پس تغییرات مول آن منفی است.

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

* نمودار نزولی برای $\frac{m-t}{n-t}$




* نمودار صعودی برای $\frac{m-t}{n-t}$




سرعت؟ تعداد مول‌های مصرفی یا تولیدی در واحد زمان.

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

$\Delta n$: خالص (نهایی − اولیه) $= n_2 - n_1$

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

$\frac{mol}{h}$ ، $\frac{mol}{min}$ ، $\frac{mol}{s}$ ← $\bar{R}_A = -\frac{\Delta n_A}{\Delta t}$

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

$$R_A = -\frac{\Delta[A]}{\Delta t} = R_A = -\frac{\Delta M_A}{\Delta t} \qquad R_B = \frac{\Delta m_B}{\Delta t}$$

$R = \frac{\Delta M}{\Delta t}$ ← $\frac{mol}{L.s}$ ، $\frac{M}{s}$

* در مورد واکنش‌های فاز محلول (aq) یا گاز (g) ←

$$R = \frac{\Delta n}{Vt} \quad \leftarrow \text{or}$$

**دریاغ‌نگاه**

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

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

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

$aA \rightarrow bB$

$\frac{\Delta n_A}{\Delta n_B} = \frac{a}{b}$ ← کاربردها

$\frac{\Delta[A]}{\Delta[B]} = \frac{a}{b}$ ← نتیجه

$\frac{R_A}{R_B} = \frac{a}{b}$ ← ؟

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 استفاده می‌کنیم.

مثال) $N_2O_4 \rightarrow 2NO_2$

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

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

$\frac{R_{KNO_3}}{R_{O_2}} = \frac{2}{5}$

$R_{KNO_3} = \frac{2}{5} \times R_{O_2}$ test

ایران توشه
توشه ای برای موفقیت

# « 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؟

$mol = \frac{3}{60} = \frac{1}{2} = 0.5$

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

حجم مولی هر گاز در شرایط استاندارد

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

واکنش برگشت‌پذیر + موازنه

ستون نیاز های کنکوری سرعت شیمیایی

جرم مولی های مذکور ←

$H_3PO_4 = 98$ (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) — $KClO_3 = 122.5$ — $KNO_3 = 101$ — $CaCO_3 = 100$

$NaCl = 58.5$

$H_2O$ (۱۸) روبدابر g استفاده شده در استوکیومتری

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

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

g خالص $=$ g ناخالص $\times$ درصد خلوص

$M = \frac{n(mol)}{V(Lit)}$ (غلظت مولار) → $mol = MV(L) = MV(mL/1000)$ (محلول‌ها use)

۲ mol ← ۱ min

۲۰ s ← ۶۰ min

(H=1 , C=12 , O=16 , Na=23 , Cl: 35.5 g/mol)

س ۰ شمار مول‌ها در کدام نمونه ماده بیشتر است؟ (ریاضی ۹۱)

۱) ۱.۳۸ g سدیم فلزی → $mol = \frac{1.38}{23} = 0.06$

۲) ۲.۳۴ g سدیم در کلرید سدیم

$NaCl$

$\frac{2.34}{58.5} \times 100 \rightarrow 0.04$ ← $\frac{234}{100 \times 58.5}$

۳) ۲ لیتر گاز $CO_2$ با چگالی ۲.۸۴ g/L

$2 \times 2.84 = 5.68$ g

$\frac{5.68}{44} = 0.08$ ← $\frac{5.68 \times 10}{100 \times 44} = \frac{1}{4}$

۴) ۰.۸۶ لیتر گاز هیدروژن در شرایط STP

$\frac{0.86}{22.4} = 0.025$

$1\ mol = 6.02 \times 10^{23}$ 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

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

(g: درصد خلوص × g ناخالص ; جرم: چگالی × حجم ; $22.4$: STP)

ایران توشه
توشه ای برای موفقیت

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

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

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

**«سرعت واکنش»**

کلی

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

$\downarrow = [A]$

$\uparrow = [B]$ ← نکته مهم (با افزایش زمان)

وجوه تبدیل

$\downarrow \begin{pmatrix} R_A \\ R_B \end{pmatrix}$

$\downarrow \begin{pmatrix} \Delta[A] \\ \Delta[B] \end{pmatrix}$

$R_A \downarrow = \frac{\Delta[A]}{\Delta t} \downarrow$

$R_B \downarrow = \frac{\Delta[B]}{\Delta t} \downarrow$

ایران توشه
توشه ای برای موفقیت