بسمه تعالی

# جزوه تقارن (شیمی معدنی ۱)

## برای کنکور کارشناسی ارشد و دوره کارشناسی

رضا فلاحتی

دپارتمان تخصصی شیمی

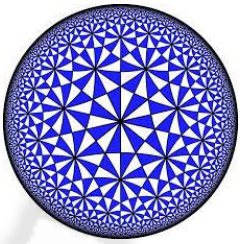
ویرایش اول

تمام حقوق مادی و معنوی این جزوه متعلق به دپارتمان تخصصی شیمی می باشد.لطفا از کپی و تکثیر آن پرهیز کنید.

www.ShimiPedia.ir

## تقارن(Symmetry)

تقارن به معنای تشابه بخش ها حول محور یا مرکز تقارن است. تقارن یکی از فراگیرترین مفاهیم در جهان است که در طبیعت نمونه های بی شماری از آن وجود دارد. در اصل تقارن یعنی یکی شدن تصویر یک شی با خود آن شی وقتی یک تبدیل روی آن صورت می گیرد. به عبارتی اگر یک شی با انجام یک تبدیل به خودش تبدیل شود، می گوییم نسبت به آن تقارن دارد.



## عناصر تقارن(Symmetry elements)

برای درک تقارن مولکول ها، باید پنج عنصر تقارن زیر را بشناسیم.

E (Identity): عمل یکسانی یا همسانی

$C_n$ (Rotation axis): محور چرخشی یا محور تقارن یا محور چرخش متعارف یا محور اصلی

σ ( Reflection plane): صفحه انعکاسی

i ( Center Of inversion): مرکز وارونگی

$S_n$ (Rotation reflection) : محور چرخشی- انعکاسی یا محور چرخشی مرکب

## محور چرخشی (Rotation axis)

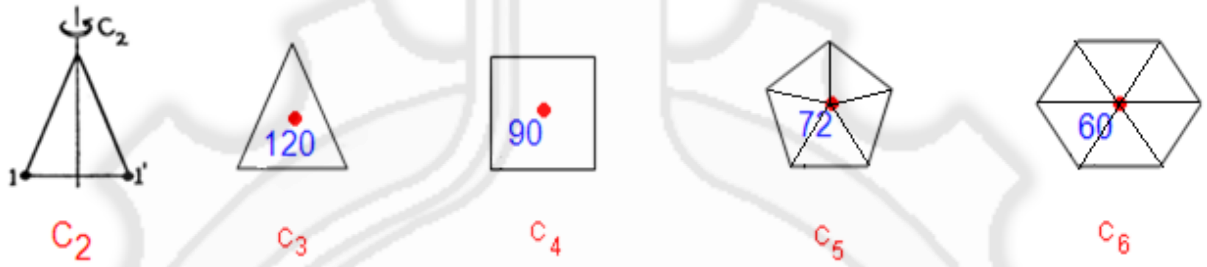
محور چرخشی را با $C_n$ نشان می دهند که C در اصل یک نماد یا سمبل برای نشان دادن چرخش متعارف می باشد و n درجه چرخش را مشخص می کند. محور چرخشی $C_n$ محوری است که اگر مولکول را به اندازه $2\Pi/n$ حول آن بچرخانیم، شکل مولکول از شکل اولیه آن قابل تمیز نباشد.

www.ShimiPedia.ir

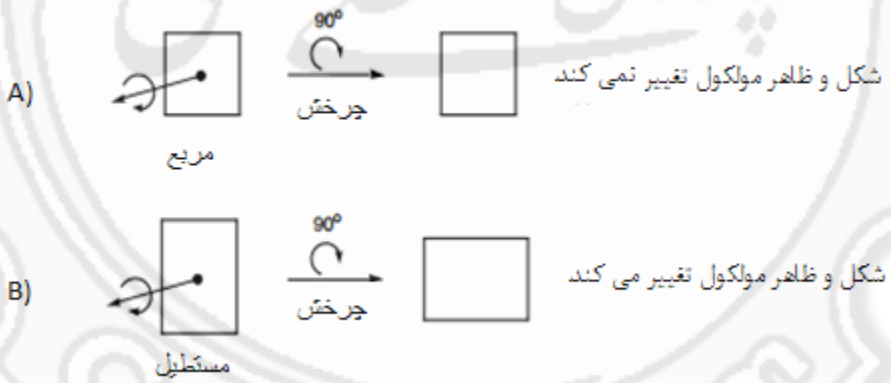
نکته: محور چرخشی با بیشترین مقدار n را محور اصلی (Principle axis) می گویند. مقدار n را به راحتی می توان با دانستن زوایای مولکول حساب کرد.

$n = \frac{360}{\alpha}$

| | |
|---|---|
| α= 360 | $C_1$ |
| α=180 | $C_2$ |
| α= 120 | $C_3$ |
| α= 90 | $C_4$ |
| α= 72 | $C_5$ |
| α = 60 | $C_6$ |




در شکل زیر قسمت (A) سمبل $C_4$ با چرخشی معادل ۹۰ درجه که روی شکل اعمال شده، منجر می شود که گونه حاصل با حالت اولیه تفاوتی نداشته باشد، ولی در شکل (B) سمبل $C_4$ با چرخشی معادل ۹۰ درجه که روی شکل انجام می شود، منجر می شود گونه حاصل با حالت اولیه تفاوت داشته باشد، بنابراین این گونه محور چرخشی $C_4$ ندارد.

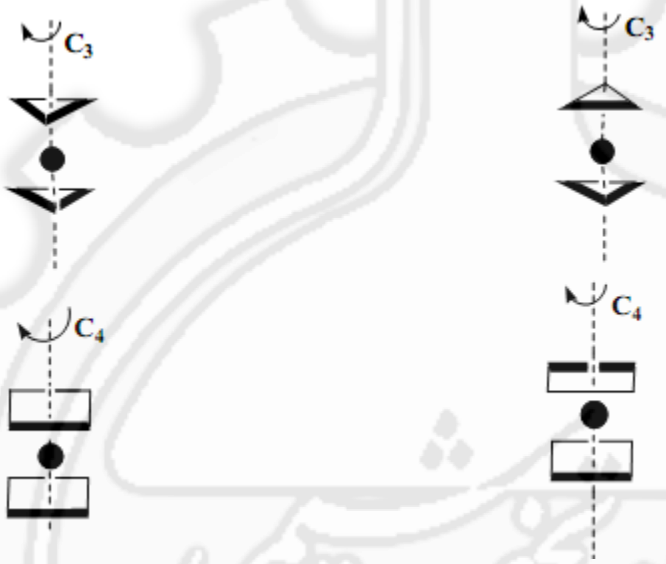



www.ShimiPedia.ir

در جدول زیر با تغییر زوایای چرخش، مقدار $C_n$ هم تغییر می کند.

| *Rotation Angle* | *Symmetry Operation* |
|---|---|
| 60° | $C_6$ |
| 120° | $C_3$ $(\equiv C_6^2)$ |
| 180° | $C_2$ $(\equiv C_6^3)$ |
| 240° | $C_3^2$ $(\equiv C_6^4)$ |
| 300° | $C_6^5$ |
| 360° | $E$ $(\equiv C_6^6)$ |

چند مثال از محورهای چرخشی




**عمل یکسانی (Identity)**

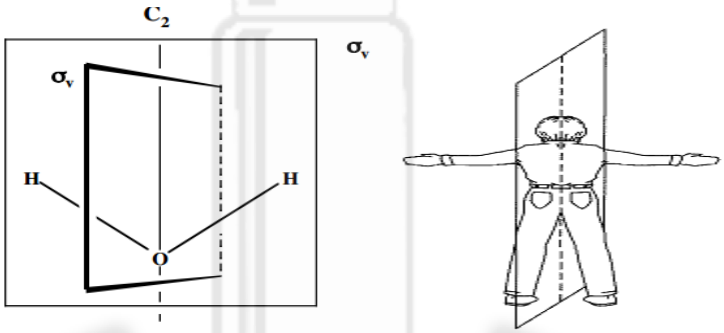
نماد آن E می باشد و اگر روی مولکول اعمال شود، مولکول بدون تغییر باقی می ماند. تمام مولکول های ساده و پیچیده این عنصر تقارنی را دارند. عمل یکسانی در واقع یک عمل تقارنی هست و یک حالت بخصوصی از محور دوران متعارف ($C_n$) است که مرتبه آن یعنی $n=1$ است. دراصل عنصر یکسانی همان محور دوران $C_1$ می باشد که شامل دوران به اندازه ۳۶۰ درجه است.

* علامت E از لغت آلمانی Einheit به معنای واحد گرفته شده است.

www.ShimiPedia.ir

**صفحه انعکاسی** (Reflection plane)

صفحه سطحی است که مولکول را دو نیم می کند که هر نیمه آینه نیمه دیگر باشد و دارای سه نوع می باشد.




$\sigma_v$ (vertical mirror plane) صفحه انعکاس عمودی

$\sigma_h$ (horizontal mirror plane) صفحه انعکاس افقی

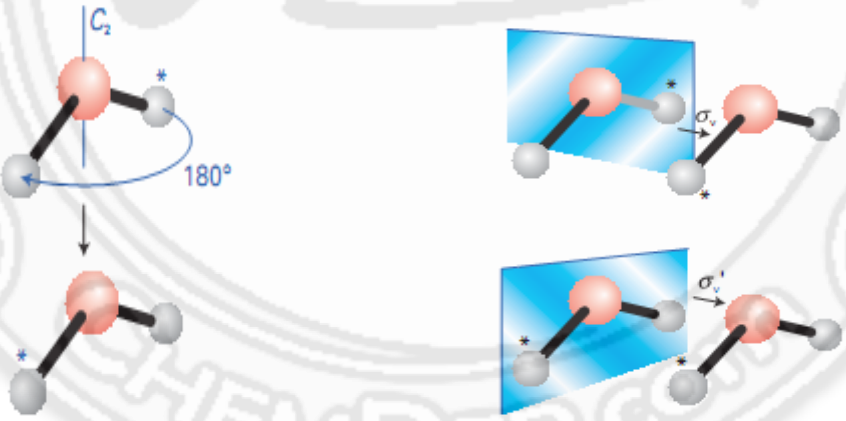
$\sigma_d$ (diagonal mirror plane) صفحه انعکاس قطری یا دو وجهی

$\sigma_v$ صفحه ای است که محور اصلی را در بر می گیرد

$\sigma_h$ صفحه ای است که محور اصلی( محوری که بالاترین $C_n$ را دارد) بر آن عمود است

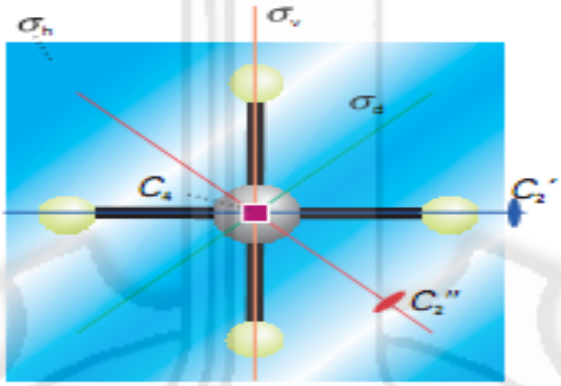
$\sigma_d$ نوعی صفحه که نیمساز دو محور $C_2$ می باشد

در شکل زیر مشاهده می شود، در مکانی از مولکول که محور چرخشی $C_2$ وجود دارد، صفحه هم، قرار دارد و به عبارتی صفحه انعکاسی، محور چرخشی $C_2$ را در بر گرفته است، پس صفحه از نوع انعکاسی قائم یا $\sigma_v$ می باشد.

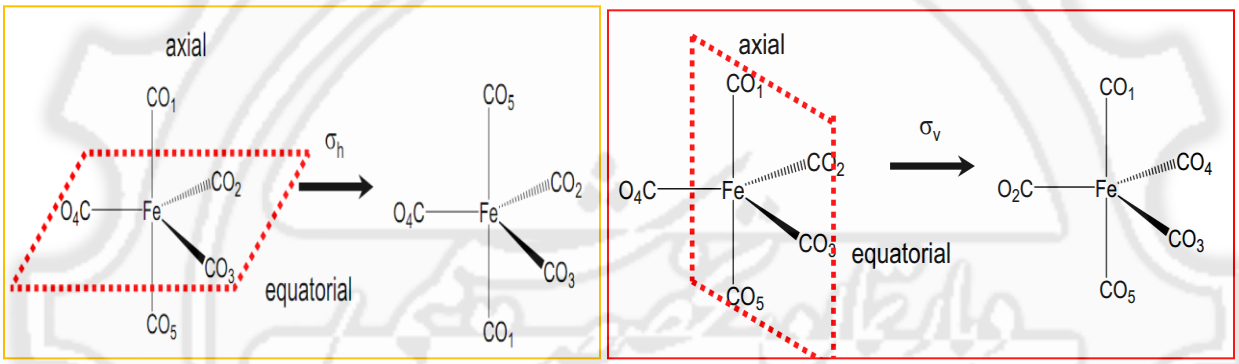



www.ShimiPedia.ir

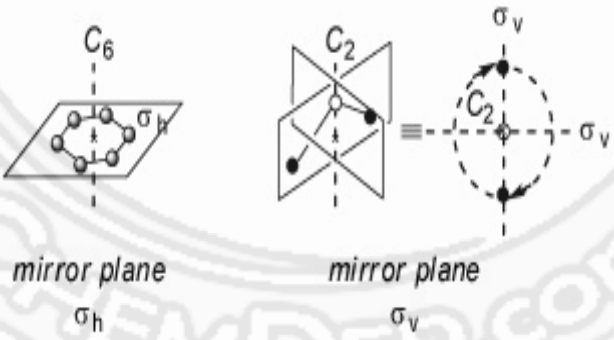
در شکل زیر یک مولکول مسطح نشان داده شده است که محور چرخشی آن ( بالاترین محور چرخشی ) که $C_4$ می باشد از مرکز مولکول و از سمت بالا وارد می شود (با مربع نشان داده شده است) از طرفی همان طور که در شکل مشخص است یکی از صفحه ها این محور را در برگرفته و از نوع $\sigma_v$ می باشد. صفحه دیگری که با محور چرخشی زاویه ۹۰ درجه را تشکیل داده شده از نوع $\sigma_h$ و صفحه دیگری محورهای $C_2$ را از وسط دو نیم کرده است که این صفحه هم معرف $\sigma_d$ می باشد.




در مولکول $Fe(CO)_5$ صفحه انعکاس عمودی $\sigma_v$ و $\sigma_h$ نشان داده شده است.




در شکل های زیر انواع صفحات افقی، عمودی و وجهی نشان داده شده اند.

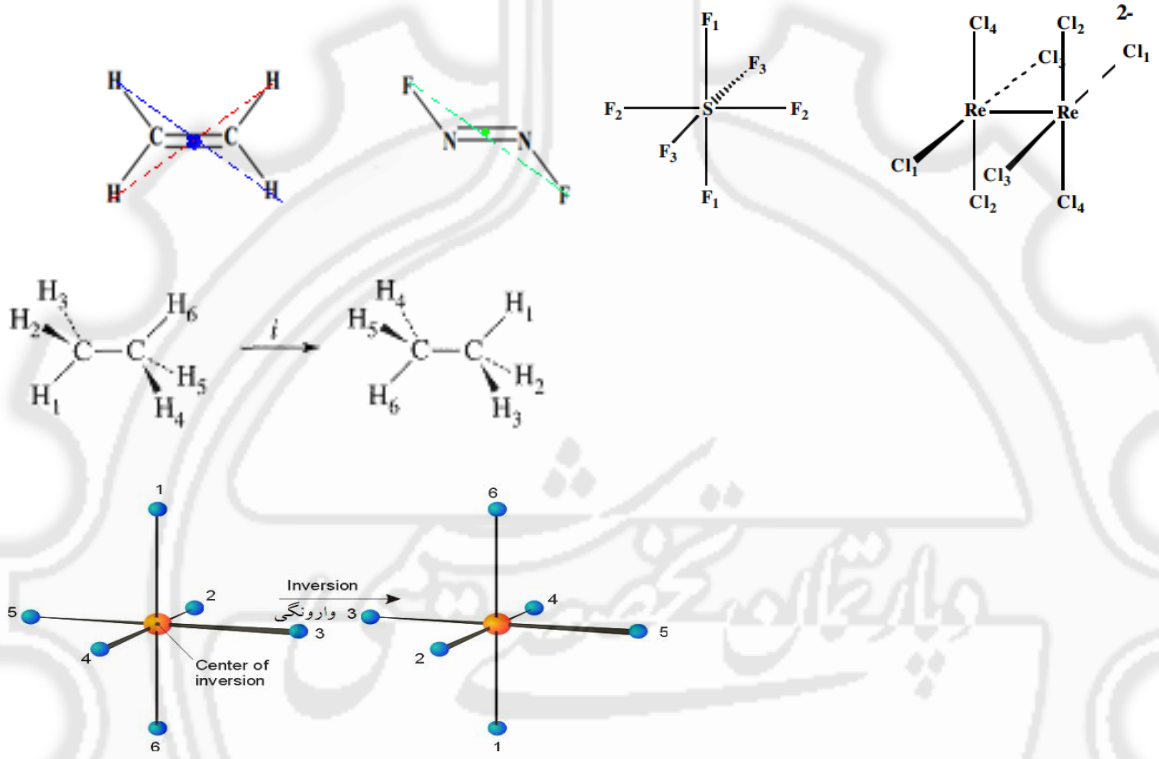



www.ShimiPedia.ir

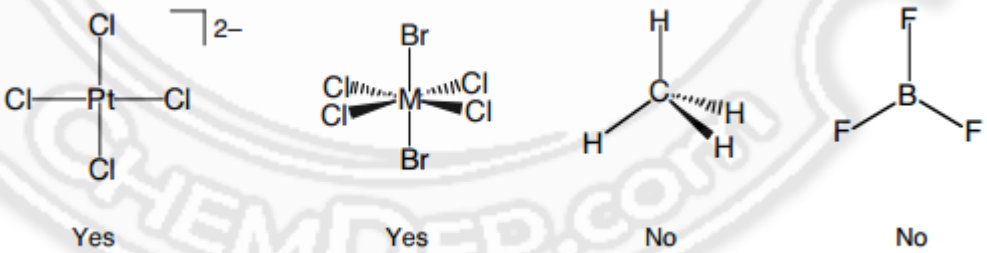
نکته: مولکول های مسطح حتما یک صفحه دارند و یکی از مشخصه سیستم های مسطح، داشتن پیوندهای دو یا چندگانه می باشد. به عبارتی مولکول های مسطح دارای صفحه تقارنی هستند که کل مولکول را در بر می گیرد و اگر مولکول به این صفحه منعکس شود، روی خودش می افتد.

### مرکز وارونگی (Center of inversion)

نقطه ای است که اگر از هر یک از اتم ها به آن نقطه خطی وصل کنیم و به همان اندازه و در همان راستا امتداد دهیم به اتم مشابهی می رسیم.




مثال) آیا مولکول های زیر مرکز تقارن دارند؟




www.ShimiPedia.ir