



Αρχές Κβαντικής Χημείας και Φασματοσκοπίας

Ενότητα # (3): Ομάδες Σημείου
Σιγάλας Μιχάλης
Τμήμα Χημείας



Άδειες Χρήσης

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό υπόκειται σε άδειες χρήσης Creative Commons.
- Για εκπαιδευτικό υλικό, όπως εικόνες, που υπόκειται σε άλλου τύπου άδειας χρήσης, η άδεια χρήσης αναφέρεται ρητώς.



Χρηματοδότηση

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό έχει αναπτυχθεί στα πλαίσια του εκπαιδευτικού έργου του διδάσκοντα.
- Το έργο «Ανοικτά Ακαδημαϊκά Μαθήματα στο Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης» έχει χρηματοδοτήσει μόνο τη αναδιαμόρφωση του εκπαιδευτικού υλικού.
- Το έργο υλοποιείται στο πλαίσιο του Επιχειρησιακού Προγράμματος «Εκπαίδευση και Δια Βίου Μάθηση» και συγχρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Ένωση (Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο) και από εθνικούς πόρους.





ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ

ΑΝΟΙΚΤΑ
ΑΚΑΔΗΜΑΪΚΑ
ΜΑΘΗΜΑΤΑ



Ομάδες Σημείου



Ευρωπαϊκή Ένωση
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ
ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ ΚΑΙ ΔΙΑ ΒΙΟΥ ΜΑΘΗΣΗ
επένδυση στην κοινωνία της γνώσης

ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ ΚΑΙ ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



ΕΣΠΑ
2007-2013
πρόγραμμα για την ανάπτυξη
ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ

Σκοποί ενότητας

Μετά την ολοκλήρωση της μελέτης του κεφαλαίου αυτού θα μπορείτε να ...

- ορίζετε την έννοια της ομάδας σημείου ενός μορίου
- διακρίνετε τις βασικές κατηγορίες ομάδων σημείου
- διακρίνετε τις βασικές ομάδες σημείου κάθε κατηγορίας
- βρίσκετε την ομάδα σημείου ενός μορίου.



Οι ομάδες σημείου, τα στοιχεία και οι διεργασίες συμμετρίας τους

Ομάδα σημείου είναι ένα σύνολο διεργασιών συμμετρίας.

Σε κάθε ομάδα υπάρχουν μόνο συγκεκριμένες διεργασίες συμμετρίας.

Κάθε μόριο ανήκει σε μιας από αυτές τις μονάδες σημείου.

Κατηγορίες Ομάδων σημείου

Μη περιστροφικές ομάδες

Περιστροφικές ομάδες μοναδικού άξονα

Διεδρικές ομάδες

Κυβικές ομάδες

Σφαιρική ομάδα

Οι ομάδες σημείου, τα στοιχεία και οι διεργασίες συμμετρίας τους

Μη περιστροφικές ομάδες σημείου

Συμβολισμός κατά Schoenflies

Παραδείγματα
μορίων

Συμβολισμός	Διεργασίες συμμετρίας	Μέλη
C_1	E	C_1
C_s	E, σ_h	C_s
C_i	E, i	C_i

Οι ομάδες σημείου, τα στοιχεία και οι διεργασίες συμμετρίας τους

Παραδείγματα μορίων

Περιστροφικές ομάδες σημείου

Συμβολισμός κατά Schoenflies

Συμβ.	Διεργασίες συμμετρίας	Μέλη
C_n	E, C_n, \dots, C_n^{n-1}	$C_2 C_3 C_4 C_5 C_6 C_7 C_8$
C_{nv}	$E, C_n, \dots, C_n^{n-1}, n\sigma_{v,d}$	$C_{2v} C_{3v} C_{4v} C_{5v} C_{6v}$
C_{nh}	$E, C_n, \dots, C_n^{n-1}, \sigma_h$	$C_{2h} C_{3h} C_{4h} C_{5h} C_{6h}$
S_{2n}	$E, S_{2n}, \dots, S_{2n}^{2n-1}$	$S_4 S_6 S_8$
$C_{\infty v}$	$E, C_{\infty}^{\psi}, \infty\sigma_v$	$C_{\infty v}$

Οι ομάδες σημείου, τα στοιχεία και οι διεργασίες συμμετρίας τους

Παραδείγματα
μορίων

Διεδρικές ομάδες σημείου

Συμβολισμός κατά Schoenflies

Συμβ.	Διεργασίες συμμετρίας	Μέλη
D_n	$E, C_n, \dots, C_n^{n-1}, nC_2 (C_2 \perp C_n)$	$D_2 D_3 D_4 D_5 D_6$
D_{nd}	$E, C_n, \dots, C_n^{n-1}, nC_2, n\sigma_d (C_2 \perp C_n)$	$D_{2d} D_{3d} D_{4d} D_{5d} D_{6d}$
D_{nh}	$E, C_n, \dots, C_n^{n-1}, nC_2, n\sigma_{vd}, \sigma_h (C_2 \perp C_n)$	$D_{2h} D_{3h} D_{4h} D_{5h} D_{6h} D_{8h}$
$D_{\infty h}$	$E, C_{\infty}, S_{\infty}, \infty C_2, \sigma_h, \infty \sigma_v, i (C_2 \perp C_{\infty})$	$D_{\infty h}$

Οι ομάδες σημείου, τα στοιχεία και οι διεργασίες συμμετρίας τους

Παραδείγματα
μορίων

Κυβικές ομάδες σημείου

Συμβολισμός κατά Schoenflies

Συμβ.	Διεργασίες συμμετρίας	Μέλη
T	$E, 4C_3, 4C_3^2, 3C_2$	T
T_d	$E, 8C_3, 3C_2, 6S_4, 6\sigma_d$	T_d
T_h	$E, 4C_3, 4C_3^2, 3C_2, i, 4S_6, 4S_6^5, 3\sigma_h$	T_h
O	$E, 8C_3, 3C_2, 6C_4, 6C_2 (3C_2=3C_4^2)$	O
O_h	$E, 8C_3, 6C_2, 6C_4, 3C_2, i, 6S_4, 8S_6, 3\sigma_h, 6\sigma_d (3C_2=3C_4^2)$	O_h
I	$E, 12C_5, 12C_5^2, 20C_3, 15C_2$	I
I_h	$E, 12C_5, 12C_5^2, 20C_3, 15C_2, i, 12S_{10}, 12S_{10}^3, 20S_6, 15\sigma$	I_h

Οι ομάδες σημείου, τα στοιχεία και οι διεργασίες
συμμετρίας τους

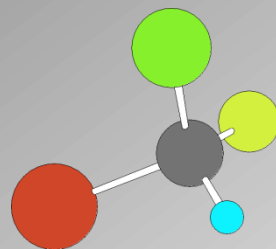
*Παραδείγματα
μορίων για όλες τις
ομάδες σημείου*

Οι ομάδες σημείου, τα στοιχεία και οι διεργασίες
 συμμετρίας τους

Συμβολισμός κατά Schoenflies

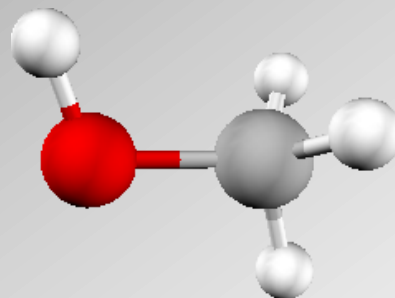
Μη περιστροφικές ομάδες σημείου

C_1 Διεργασίες: E



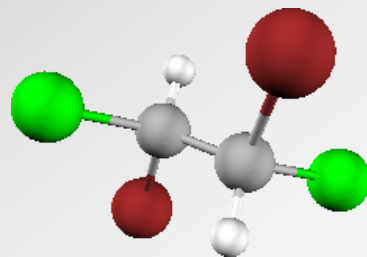
CBrClFH

C_s Διεργασίες: E, σ_h



CH₃OH

C_i Διεργασίες: E, i



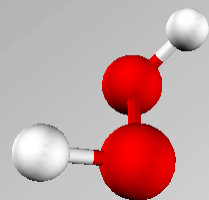
1,2-δίχλωρο,1,2 δίβρωμο αιθάνιο

Οι ομάδες σημείου, τα στοιχεία και οι διεργασίες συμμετρίας τους

Περιστροφικές ομάδες σημείου

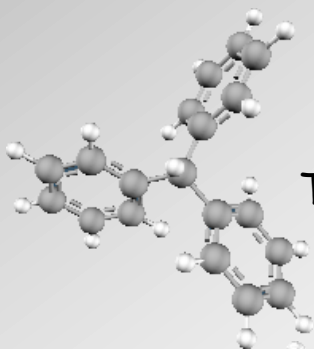
C_n Βασικές διεργασίες: C_n
 Παράγωγες διεργασίες: E

C_2 Βασικές διεργασίες: C_2
 Παράγωγες διεργασίες: E



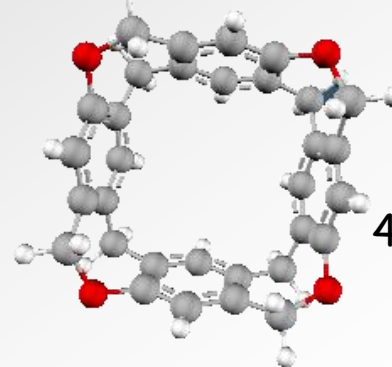
H_2O_2

C_3 Βασικές διεργασίες: C_3
 Παράγωγες διεργασίες: E, C_3^2



Τριφαίνυλομεθάνιο

C_4 Βασικές διεργασίες: C_4
 Παράγωγες διεργασίες: E, C_2, C_4^3



4-καλιζαρένιο

Οι ομάδες σημείου, τα στοιχεία και οι διεργασίες συμμετρίας τους

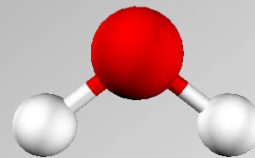
Περιστροφικές ομάδες σημείου

C_{nv} Βασικές διεργασίες: $C_n, n\sigma_v$

Παράγωγες διεργασίες: E, C_n^m

C_{2v} Βασικές διεργασίες: $C_2, n\sigma_v$

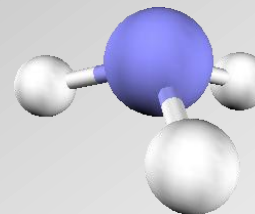
Παράγωγες διεργασίες: E



H_2O

C_{3v} Βασικές διεργασίες: $C_3, 3\sigma_v$

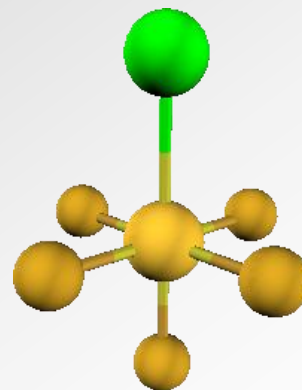
Παράγωγες διεργασίες: E, C_3^2



NH_3

C_{4v} Βασικές διεργασίες: $C_4, 2\sigma_v, 2\sigma_d$

Παράγωγες διεργασίες: E, C_2, C_4^3



SF_6

Οι ομάδες σημείου, τα στοιχεία και οι διεργασίες συμμετρίας τους

Περιστροφικές ομάδες σημείου

C_{nh} Βασικές διεργασίες: C_n, σ_h

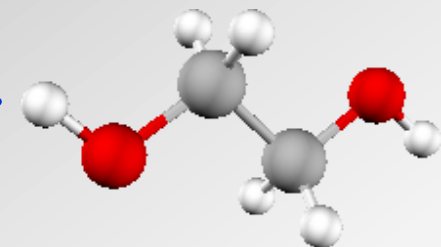
Διεργασίες από συνδυασμό βασικών: $\sigma_h C_n = S_n$

Παράγωγες διεργασίες: E, C_n^m, S_n^m

C_{2h} Βασικές διεργασίες: C_2, σ_h

Διεργασίες από συνδυασμό βασικών: $\sigma_h C_2 = S_2 = i$

Παράγωγες διεργασίες: E



Αιθανοδιόλη

C_{3h} Βασικές διεργασίες: C_3, σ_h

Διεργασίες από συνδυασμό βασικών: $\sigma_h C_3 = S_3$

Παράγωγες διεργασίες: E, C_3^2, S_3^5



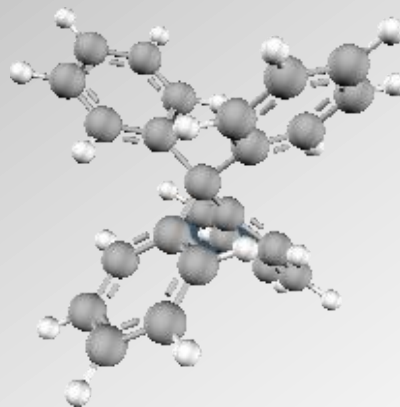
Τριυδροξυβενζόλιο

Οι ομάδες σημείου, τα στοιχεία και οι διεργασίες
συμμετρίας τους

Περιστροφικές ομάδες σημείου

S_{2n} Βασικές διεργασίες: S_{2n}
Παράγωγες διεργασίες: E, S_{2n}^m

S_4 Βασικές διεργασίες: S_4
Παράγωγες διεργασίες: E, C_2, S_4^3



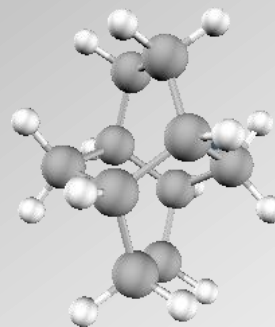
Τετραφαινυλομεθάνιο

Οι ομάδες σημείου, τα στοιχεία και οι διεργασίες συμμετρίας τους

Διεδρικές ομάδες σημείου

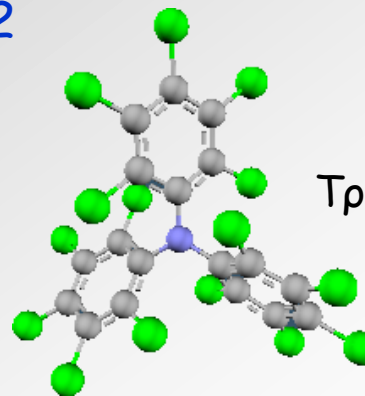
D_n Βασικές διεργασίες: C_n και $nC_2 \perp$ στον κύριο άξονα C_n
 Παράγωγες διεργασίες: E, C_n^m

D_2 Βασικές διεργασίες: C_2 και $2C_2 \perp$ στον C_2
 Παράγωγες διεργασίες: E



Τουιστάνιο

D_3 Βασικές διεργασίες: C_3 και $3C_2 \perp$ στον C_3
 Παράγωγες διεργασίες: E, C_3^2



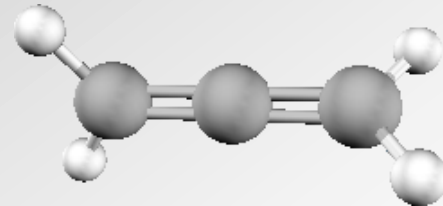
Τρισ(εξαχλωροφαινυλ)-αμίνη

Οι ομάδες σημείου, τα στοιχεία και οι διεργασίες συμμετρίας τους

Διεδρικές ομάδες σημείου

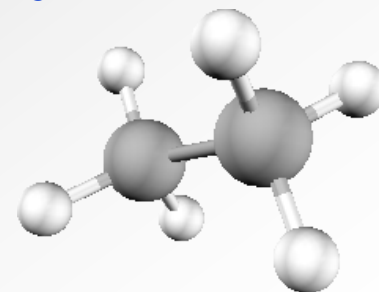
D_{nd} Βασικές διεργασίες: $C_n, nC_2 \perp$ στον $C_n, n\sigma_d$
 Διεργασίες από συνδυασμό βασικών: $\sigma_d C_2 = S_{2n}$
 Παράγωγες διεργασίες: E, C_n^m, S_{2n}^m

D_{2d} Βασικές διεργασίες: $C_2, 2C_2 \perp$ στον $C_2, 2\sigma_d$
 Διεργασίες από συνδυασμό βασικών: $\sigma_d C_2 = S_4$
 Παράγωγες διεργασίες: $E, C_2(S_4^2), S_4^3$



Προπαδιένιο

D_{3d} Βασικές διεργασίες: $C_3, 3C_2 \perp$ στον $C_3, 3\sigma_d$
 Διεργασίες από συνδυασμό βασικών: $\sigma_d C_3 = S_6$
 Παράγωγες διεργασίες: $E, C_3^2, S_6^5, i(S_6^3)$



Αιθάνιο

Οι ομάδες σημείου, τα στοιχεία και οι διεργασίες συμμετρίας τους

Διεδρικές ομάδες σημείου

D_{nd} Βασικές διεργασίες: $C_n, nC_2 \perp$ στον $C_n, n\sigma_d$

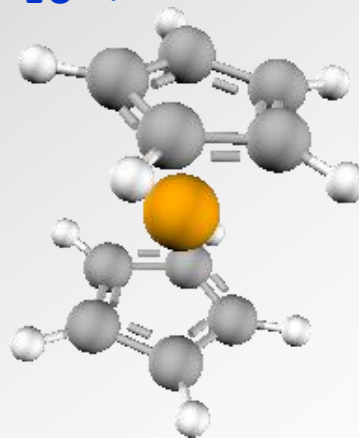
Διεργασίες από συνδυασμό βασικών: $\sigma_d C_2 = S_{2n}$

Παράγωγες διεργασίες: E, C_n^m, S_{2n}^m

D_{5d} Βασικές διεργασίες: $C_5, 5C_2 \perp$ στον $C_5, 5\sigma_d$

Διεργασίες από συνδυασμό βασικών: $\sigma_d C_5 = S_{10}$

Παράγωγες διεργασίες: $E, C_5^2, C_5^3, C_5^4, S_{10}^3, S_{10}^7, S_{10}^9, i(S_{10}^5)$



Διαβαθμισμένο
φεροκένιο

Οι ομάδες σημείου, τα στοιχεία και οι διεργασίες συμμετρίας τους

Διεδρικές ομάδες σημείου

D_{nh} Βασικές διεργασίες: $C_n, nC_2 \perp$ στον $C_n, \sigma_h, n\sigma_{v,d} \parallel$ στον C_n

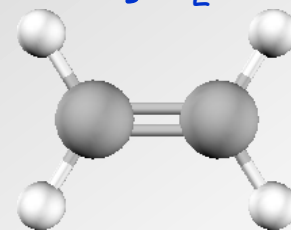
Διεργασίες από συνδυασμό βασικών: $\sigma C_n = S_n$

Παράγωγες διεργασίες: E, C_n^m, S_n^m

D_{2h} Βασικές διεργασίες: $C_2, 2C_2 \perp$ στον $C_2, 3\sigma \parallel$ στους C_2

Διεργασίες από συνδυασμό βασικών: $\sigma C_2 = S_2 = i$

Παράγωγες διεργασίες: E

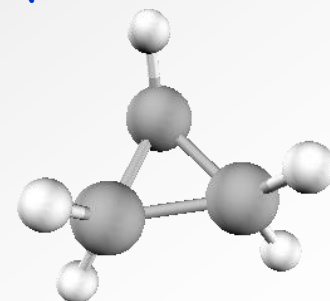


Αιθένιο

D_{3h} Βασικές διεργασίες: $C_3, 3C_2 \perp$ στον $C_3, \sigma_h, 3\sigma_v \parallel$ στον C_3

Διεργασίες από συνδυασμό βασικών: $\sigma_h C_3 = S_3$

Παράγωγες διεργασίες: E, C_3^2, S_3^5



Κυκλοπροπάνιο

Οι ομάδες σημείου, τα στοιχεία και οι διεργασίες συμμετρίας τους

Διεδρικές ομάδες σημείου

D_{nh} Βασικές διεργασίες: $C_n, nC_2 \perp$ στον $C_n, \sigma_h, n\sigma_{v,d} \parallel$ στον C_n

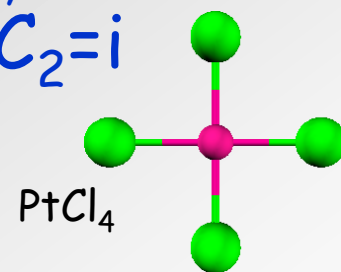
Διεργασίες από συνδυασμό βασικών: $\sigma C_n = S_n$

Παράγωγες διεργασίες: E, C_n^m, S_n^m

D_{4h} Βασικές διεργασίες: $C_4, 4C_2 \perp$ στον $C_4, \sigma_h, 4\sigma_{v,d} \parallel$ στον C_n

Διεργασίες από συνδυασμό βασικών: $\sigma_h C_4 = S_4, \sigma_{v,d} C_2 = i$

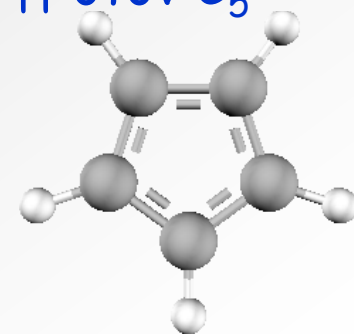
Παράγωγες διεργασίες: $E, C_4^3, S_4^3, C_2 (C_4^2)$



D_{5h} Βασικές διεργασίες: $C_5, 5C_2 \perp$ στον $C_5, \sigma_h, 5\sigma_v \parallel$ στον C_5

Διεργασίες από συνδυασμό βασικών: $\sigma_h C_5 = S_5$

Παράγωγες διεργασίες: $E, C_5^2, C_5^3, C_5^4, S_5^3$



Κυκλοπενταδιένιο

Οι ομάδες σημείου, τα στοιχεία και οι διεργασίες συμμετρίας τους

Διεδρικές ομάδες σημείου

D_{nh} Βασικές διεργασίες: $C_n, nC_2 \perp$ στον $C_n, \sigma_h, n\sigma_{v,d} \parallel$ στον C_n

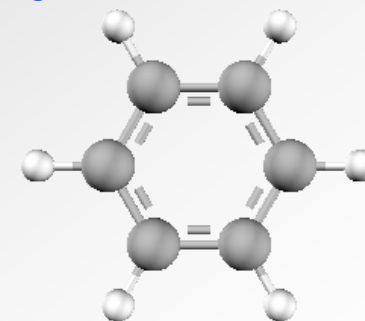
Διεργασίες από συνδυασμό βασικών: $\sigma C_n = S_n$

Παράγωγες διεργασίες: E, C_n^m, S_n^m

D_{6h} Βασικές διεργασίες: $C_6, 6C_2 \perp$ στον $C_6, \sigma_h, 6\sigma_{v,d} \parallel$ στον C_6

Διεργασίες από συνδυασμό βασικών: $\sigma_h C_6 = S_6, \sigma_h C_3 = S_3,$

Παράγωγες διεργασίες: $E, C_6^5, S_6^5, C_3 (S_6^2), C_3^2 (S_6^4), C_2 (C_6^3), i (S_6^3), S_3^5$



Βενζόλιο

Οι ομάδες σημείου, τα στοιχεία και οι διεργασίες συμμετρίας τους

Κυβικές ομάδες σημείου

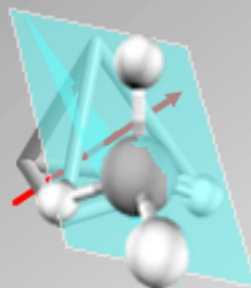
T_d Βασικές διεργασίες: $4C_3, 3S_4, 6\sigma_d$ || στον C_3
 Παράγωγες διεργασίες: $E, C_3^2, S_4^3, C_2 (S_4^2)$



Τετράεδρο



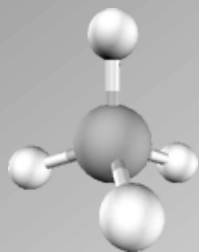
$4C_3$



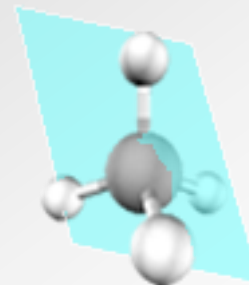
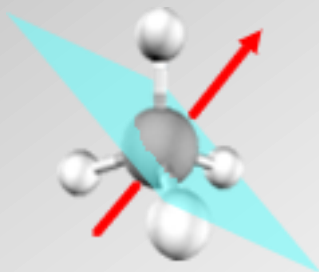
$3S_4$



$6\sigma_d$



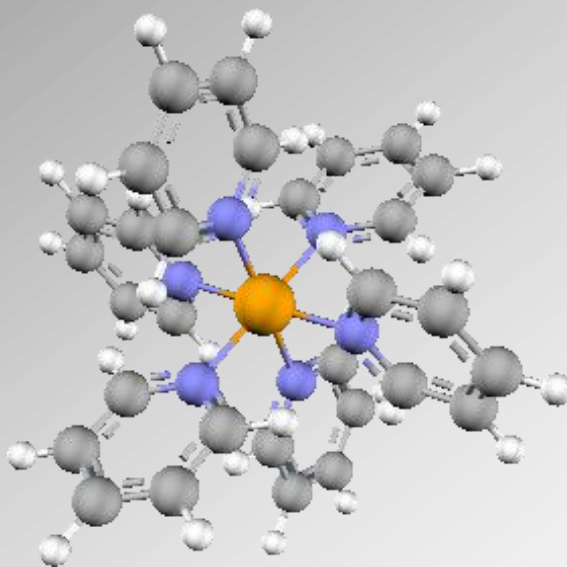
Μεθάνιο



Οι ομάδες σημείου, τα στοιχεία και οι διεργασίες
 συμμετρίας τους

Κυβικές ομάδες σημείου

T_h Βασικές διεργασίες: $4S_6, 3C_2, 3\sigma_h$
 Παράγωγες διεργασίες: $E, S_6^5, C_3 (S_6^2), C_3^2 (S_6^4), i (S_6^3)$

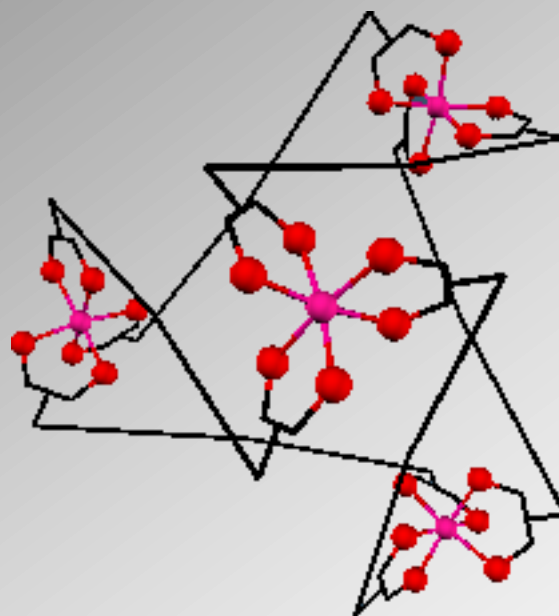


$Fe(pyr)_6$

Οι ομάδες σημείου, τα στοιχεία και οι διεργασίες
 συμμετρίας τους

Κυβικές ομάδες σημείου

Τ Βασικές διεργασίες: $4C_3, 3C_2$
 Παράγωγες διεργασίες: E, C_3^2



Ga_4 cluster

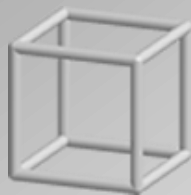
Οι ομάδες σημείου, τα στοιχεία και οι διεργασίες συμμετρίας τους

Κυβικές ομάδες σημείου

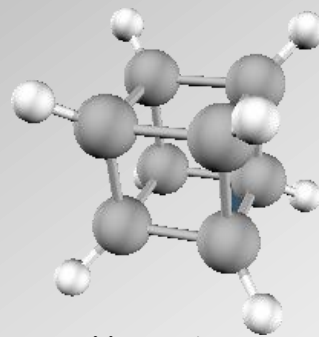
O_h Βασικές διεργασίες: $4S_6, 3S_4, 3C_4, 6C_2, 3\sigma_h, 3\sigma_d$
 Παράγωγες διεργασίες: $E, S_6^5, C_3 (S_6^2), C_3^2 (S_6^4), i (S_6^4),$
 $C_4^3, C_2 (C_4^2)$



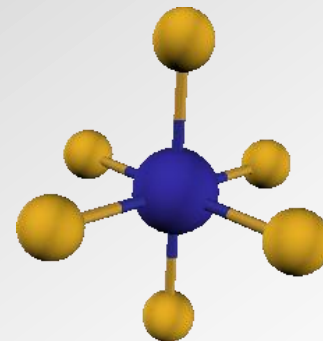
Οκτάεδρο



Κύβος



Κουβάνιο



CoF₆

Οι ομάδες σημείου, τα στοιχεία και οι διεργασίες
συμμετρίας τους

Κυβικές ομάδες σημείου

- Βασικές διεργασίες: $3C_4, 4C_3, 6C_2$
Παράγωγες διεργασίες: $E, C_4^3, C_2 (C_4^2), C_3^2$

Κανένα μόριο

Οι ομάδες σημείου, τα στοιχεία και οι διεργασίες συμμετρίας τους

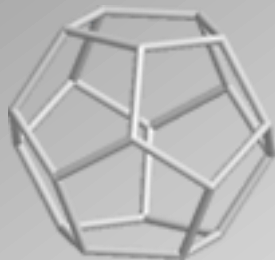
Κυβικές ομάδες σημείου

I_h Βασικές διεργασίες: $6S_{10}, 10S_6, 15\sigma$

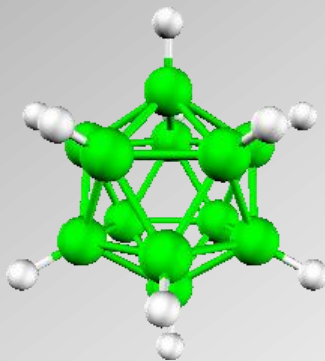
Παράγωγες διεργασίες: $E, S_{10}^3, S_{10}^7, S_{10}^9, C_5 (S_{10}^2),$
 $C_5^2 (S_{10}^4), C_5^3 (S_{10}^4), C_5^4 (S_{10}^8),$
 $i (S_{10}^5), S_6^5, C_3 (S_6^2), C_3^2 (S_6^4)$



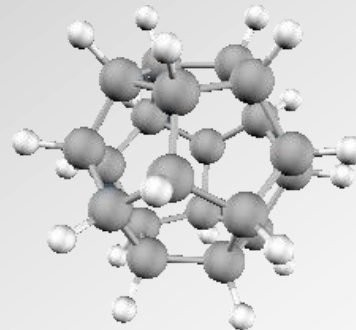
Εικοσάεδρο



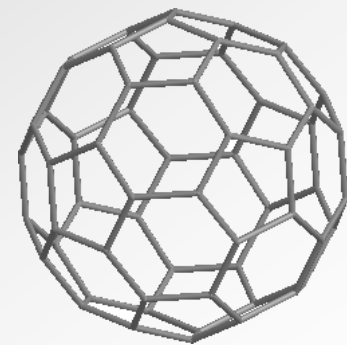
Δωδεκάεδρο



Δωδεκαβοράνιο



Δωδεκαεδράνιο



Φουλερένιο C_{60}

Οι ομάδες σημείου, τα στοιχεία και οι διεργασίες συμμετρίας τους

Κυβικές ομάδες σημείου

I Βασικές διεργασίες: $6S_{10}, 10S_6, 15\sigma$

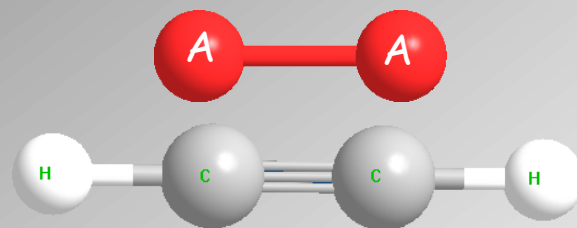
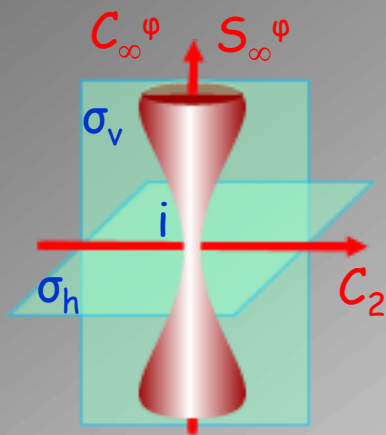
Παράγωγες διεργασίες: $E, S_{10}^3, S_{10}^7, S_{10}^9, C_5 (S_{10}^2),$
 $C_5^2 (S_{10}^4), C_5^3 (S_{10}^4), C_5^4 (S_{10}^8),$
 $i (S_{10}^5), S_6^5, C_3 (S_6^2), C_3^2 (S_6^4)$

Κανένα μόριο

Οι ομάδες σημείου, τα στοιχεία και οι διεργασίες συμμετρίας τους

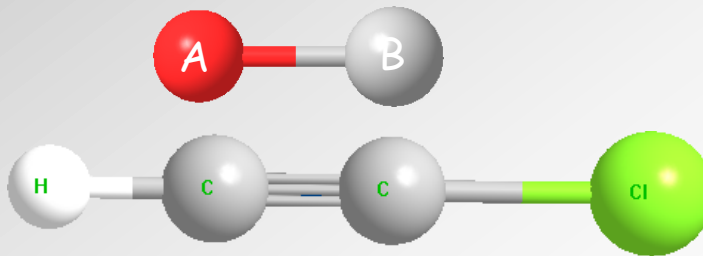
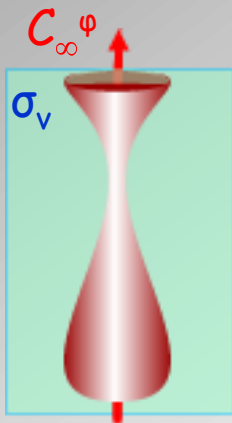
Ειδικές ομάδες σημείου

$D_{\infty h}$ Διεργασίες: $E, 2C_{\infty}^{\phi}, 2S_{\infty}^{\phi}, \infty C_2, \infty \sigma_v, \sigma_h, i$



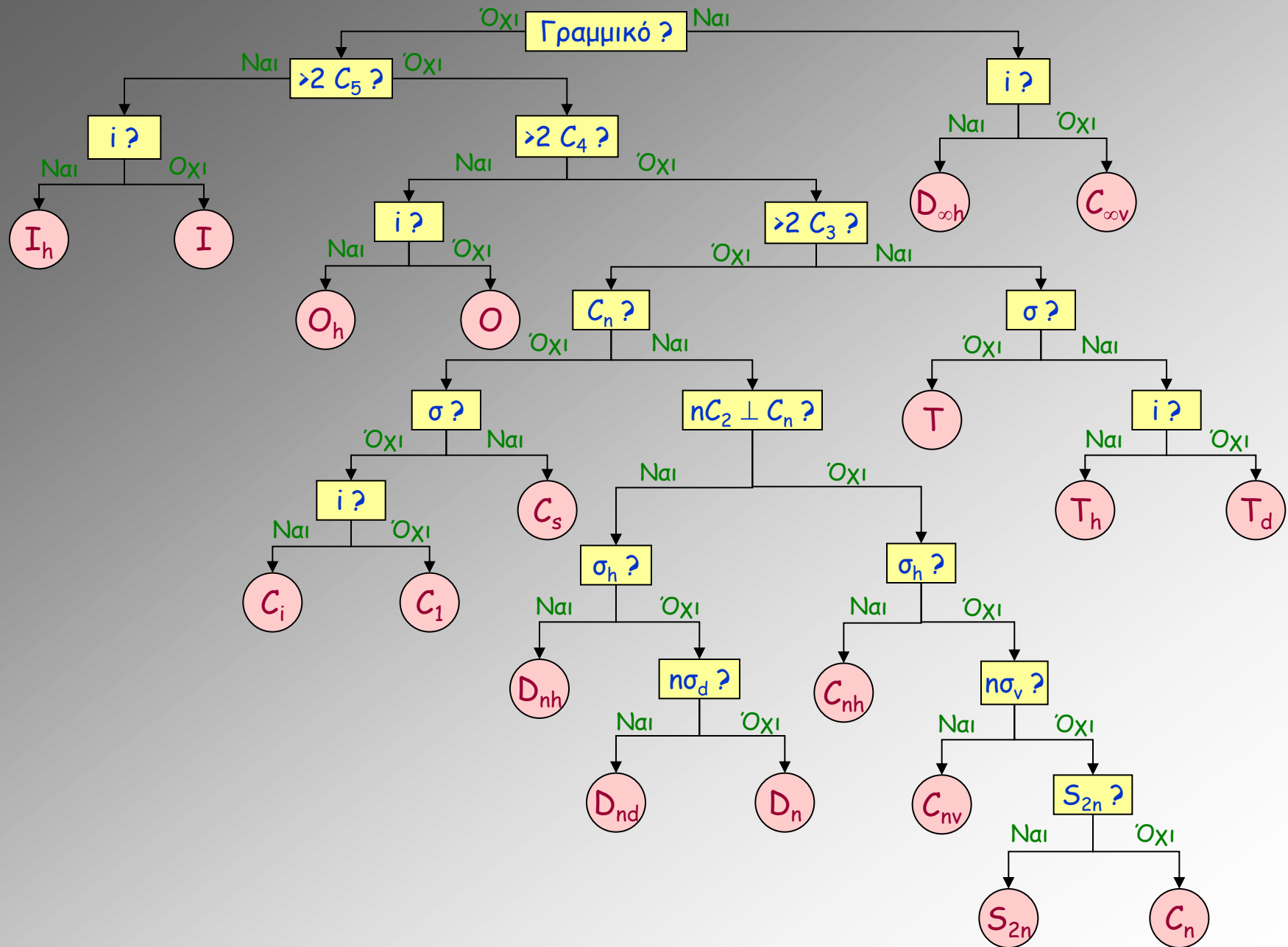
Γραμμικά
κεντροσυμμετρικά
μόρια

$C_{\infty v}$ Διεργασίες: $E, 2C_{\infty}^{\phi}, \infty \sigma_v$



Γραμμικά
μη κεντροσυμμετρικά
μόρια

Συστηματική εύρεση ομάδας σημείου ενός μορίου



Οι ομάδες σημείου βασικών σχημάτων

$n =$	2	3	4	5	6	∞
C_n						
D_n						
C_{nv}						
	Πυραμίδες					Κώνος
C_{nh}						
D_{nh}						
	Επίπεδα ή διπυραμίδες					Δίσκος
D_{nd}						
S_{2n}						

Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων (1/3)

Βιβλία

- Bishop, D., *Group Theory and Chemistry*, Clarendon Press, Oxford, 1973.
- Carter, R. L., *Molecular Symmetry and Group Theory*, Wiley, New York, 1998.
- Cotton, F., *Chemical Applications of Group Theory*, 3rd Ed., Wiley, New York, 1989.
- Dmitriev, I. S., *Symmetry in the World of Molecules*, Mir Publishers, Moscow, 1979.
- Dorain, P., *Symmetry in Inorganic Chemistry*, Addison-Wesley, New York, 1965.
- Ferraro, J. R. & Ziomek J. S., *Introductory Group Theory*, Plenum Press, New York, 1969.
- Hollas, J., *Symmetry in Molecules*, Chapman and Hall, 1972.
- Jaffé, H. H. & Orchin M., *Symmetry in Chemistry*, Wiley, New York, 1965.
- Kettle, S. F. K., *Symmetry and Structure*, 2nd Ed., Wiley, New York, 1995.
- Lesk, A.M., *Introduction to Symmetry and Group Theory for Chemists*, Kluwer, New York, 2004.
- Odgen, J. S., *Introduction to Molecular Symmetry*, Oxford University Press, Oxford, 2001.
- Rotman, J. J., *An Introduction to the Theory of Groups*, 4th Ed., Springer-Verlag, New York, 1999.



Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων (2/3)

Βιβλία

- Vincent, A., *Molecular Symmetry and Group Theory*, Wiley, New York, 1977.
- Weyl, H., *The Theory of Groups and Quantum Mechanics*, 1931, English transl., Dover Publications, 1931.
- Worrall, I. J., *Molecular Symmetry*, Royal Institute of Chemistry Lecture Series, no. 2, 1967.
- Τσίπης, Κ. Α., *Εισαγωγή στην Κβαντική Χημείας, Τόμος II: Μοριακή Δομή*, Γ. Δεδούσης, Θεσσαλονίκη, 1993.



Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων (3/3)

Διευθύνσεις στο Διαδύκτιο

- *Point Group Symmetry*: <http://www.staff.ncl.ac.uk/j.p.goss/symmetry/index.html>
- *Symmetry and Point Groups*: <http://csi.chemie.tu-darmstadt.de/ak/immel/tutorials/symmetry/index.html>
- *Chilarity*: <http://csi.chemie.tu-darmstadt.de/ak/immel/tutorials/chirality/index.html>
- *Character Tables for Chemically Important Point Groups*: <http://symmetry.jacobs-university.de/>
- *Point Group Symmetry Character Tables*: <http://www.webqc.org/symmetry.php>

Εκπαιδευτικό Λογισμικό

- *3DMolSym*: <http://www.molwave.com/software/3dmolsym/3dmolsym.htm>
- *Symmetry Resources at Otterbein College*: <http://symmetry.otterbein.edu/index.html>



Σημείωμα Αναφοράς

Copyright Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Σιγάλας Μιχάλης.
«Αρχές Κβαντικής Χημείας και Φασματοσκοπίας. Ομάδες Σημείου». Έκδοση:
1.0. Θεσσαλονίκη 2015. Διαθέσιμο από τη δικτυακή διεύθυνση:
<http://eclass.auth.gr/courses/OCRS424/>



Σημείωμα Αδειοδότησης

Το παρόν υλικό διατίθεται με τους όρους της άδειας χρήσης Creative Commons Αναφορά - Μη Εμπορική Χρήση - Παρόμοια Διανομή 4.0 [1] ή μεταγενέστερη, Διεθνής Έκδοση. Εξαιρούνται τα αυτοτελή έργα τρίτων π.χ. φωτογραφίες, διαγράμματα κ.λ.π., τα οποία εμπεριέχονται σε αυτό και τα οποία αναφέρονται μαζί με τους όρους χρήσης τους στο «Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων».



Ο δικαιούχος μπορεί να παρέχει στον αδειοδόχο ξεχωριστή άδεια να χρησιμοποιεί το έργο για εμπορική χρήση, εφόσον αυτό του ζητηθεί.

Ως **Μη Εμπορική** ορίζεται η χρήση:

- που δεν περιλαμβάνει άμεσο ή έμμεσο οικονομικό όφελος από την χρήση του έργου, για το διανομέα του έργου και αδειοδόχο
- που δεν περιλαμβάνει οικονομική συναλλαγή ως προϋπόθεση για τη χρήση ή πρόσβαση στο έργο
- που δεν προσπορίζει στο διανομέα του έργου και αδειοδόχο έμμεσο οικονομικό όφελος (π.χ. διαφημίσεις) από την προβολή του έργου σε διαδικτυακό τόπο

[1] <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>





Τέλος ενότητας

Επεξεργασία: Ιππολύτη Γκουντενούδη - Εσκιτζή
Θεσσαλονίκη, Ιούλιος 2015



Ευρωπαϊκή Ένωση
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ
ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ ΚΑΙ ΔΙΑ ΒΙΟΥ ΜΑΘΗΣΗ
επένδυση στην κοινωνία της γνώσης

ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ ΚΑΙ ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



ΕΣΠΑ
2007-2013
πρόγραμμα για την ανάπτυξη
ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ