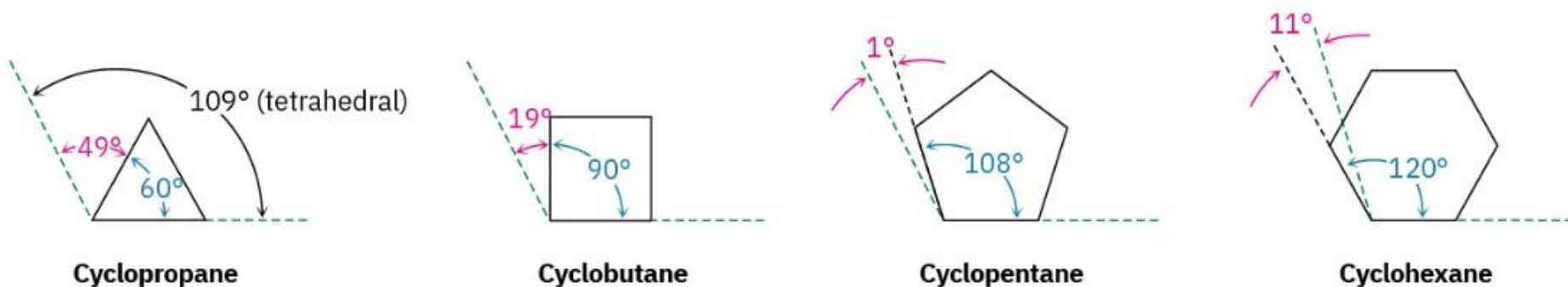


Κυκλοαλκάνια. Διαμορφωμερή

Στα κυκλοαλκάνια, η περιστροφή γύρω από τους σ δεσμούς C-C περιορίζεται από τον ίδιο τον κύκλο, επομένως **ο αριθμός των πιθανών διαμορφώσεων μειώνεται** σημαντικά σε σύγκριση με τα αλκάνια (μη κυκλικά).



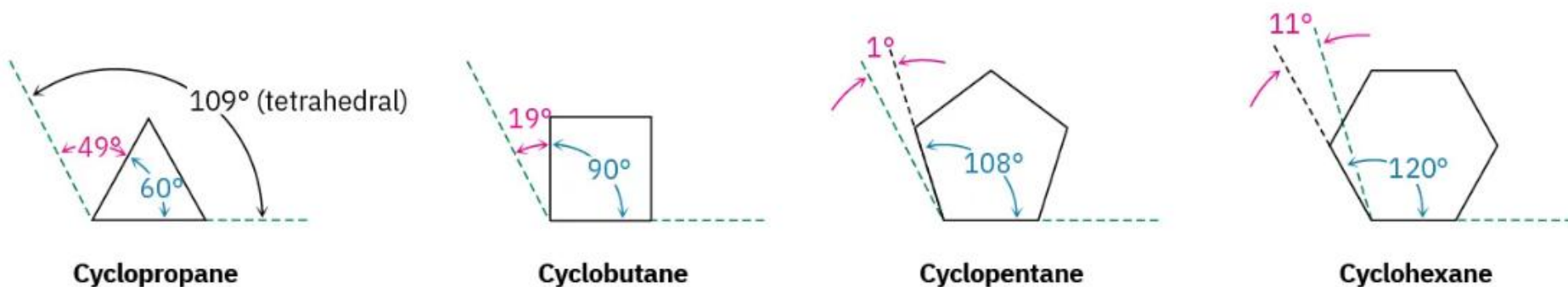
Διαμορφωμερή (μη κυκλικά vs κυκλικά αλκάνια)

Λόγω κυλινδρικής συμμετρίας του δεσμού σ , η περιστροφή γύρω από τους δεσμούς C-C είναι ελεύθερη. Επομένως τα (μη κυκλικά) αλκάνια μπορεί να διευθετήσουν άπειρες διαμορφώσεις στο χώρο.

Αντιθέτως, στα κυκλοαλκάνια ο αριθμός των πιθανών διαμορφώσεων περιορίζεται (**Τάση δακτυλίου – αποτρέπει την ελεύθερη περιστροφή**).

Κυκλοαλκάνια. Διαμορφωμερή

Στα κυκλοαλκάνια, η περιστροφή γύρω από τους σ δεσμούς C-C περιορίζεται από τον ίδιο τον κύκλο, επομένως **ο αριθμός των πιθανών διαμορφώσεων μειώνεται** σημαντικά σε σύγκριση με τα αλκάνια (μη κυκλικά).



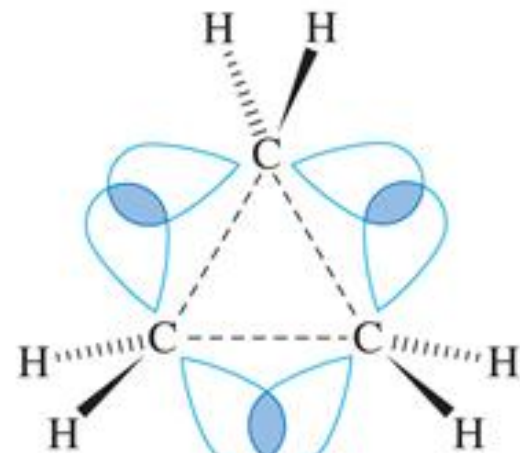
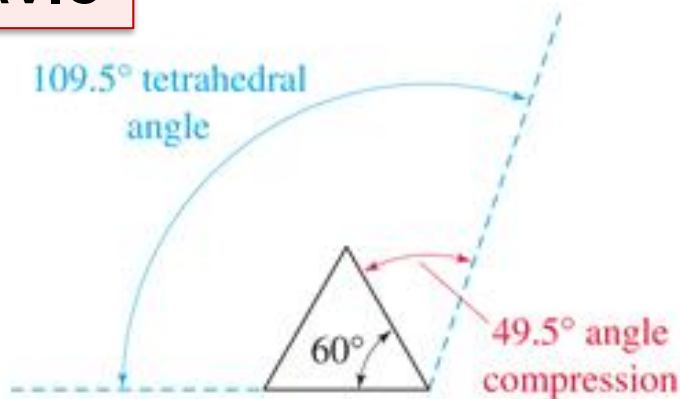
- Σχετίζεται με την άμβλυνση ή μείωση της γωνίας C-C-C πέραν της ιδανικής τιμής των 109.5° (sp^3).

Τάση δακτυλίου = **Γωνιακή τάση** + Τάση στρέψης + Στερεοχημική τάση

Ring Strain = **Angle Strain** + Torsional strain + Steric strain

Κυκλοαλκάνια. Διαμορφωμερή

κυκλοπροπάνιο



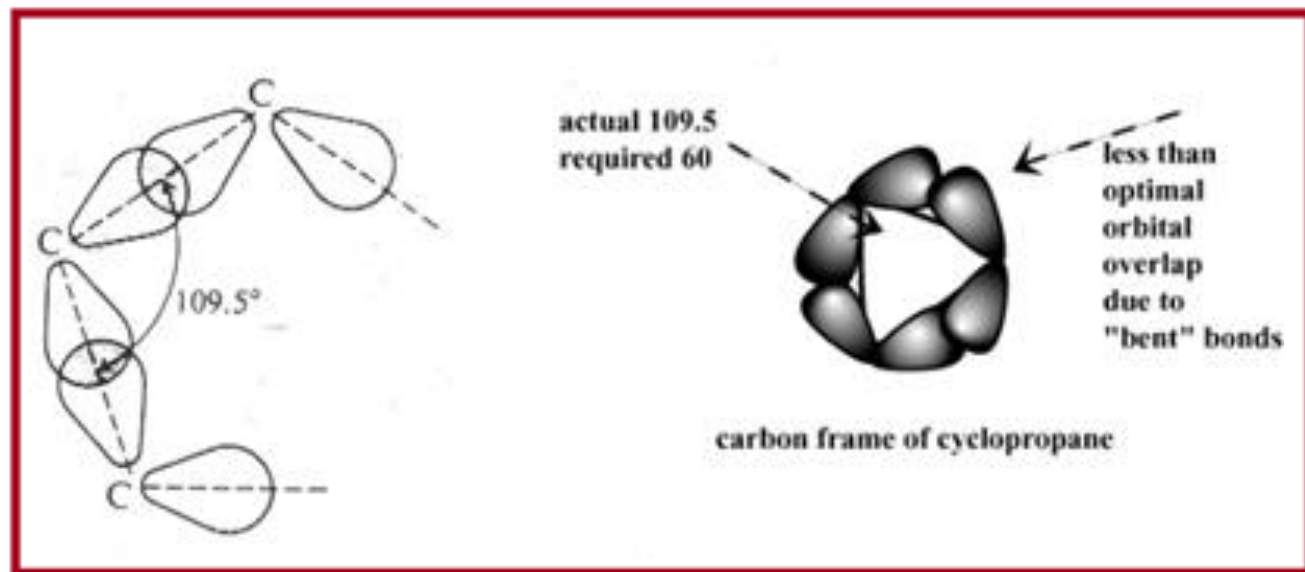
"bent bonds"
nonlinear overlap

Απόκλιση από τις $109,5^\circ$



Γωνιακή Τάση

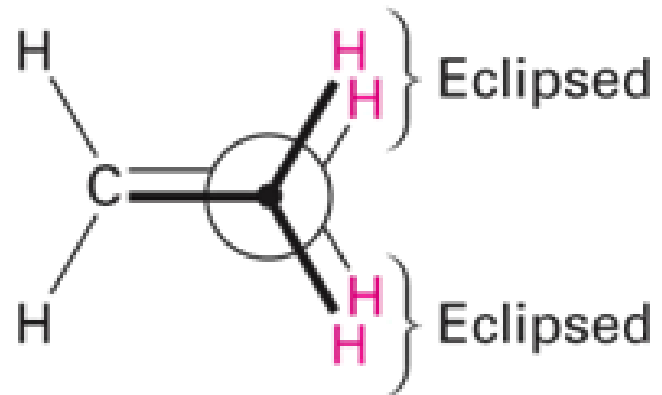
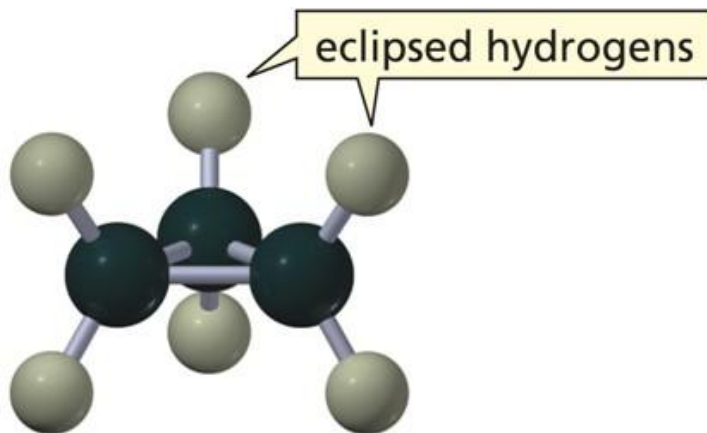
αναποτελεσματική επικάλυψη
αδύναμος δεσμός



Κυκλοαλκάνια. Διαμορφωμερή

κυκλοπροπάνιο

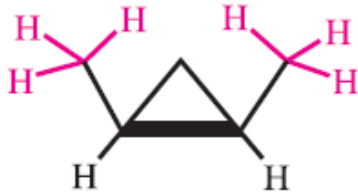
Όλοι οι δεσμοί C-H βρίσκονται σε εκλειπτική διαμόρφωση



Απόκλιση από τη διαβαθμισμένη διαμόρφωση → **Τάση στρέψης**

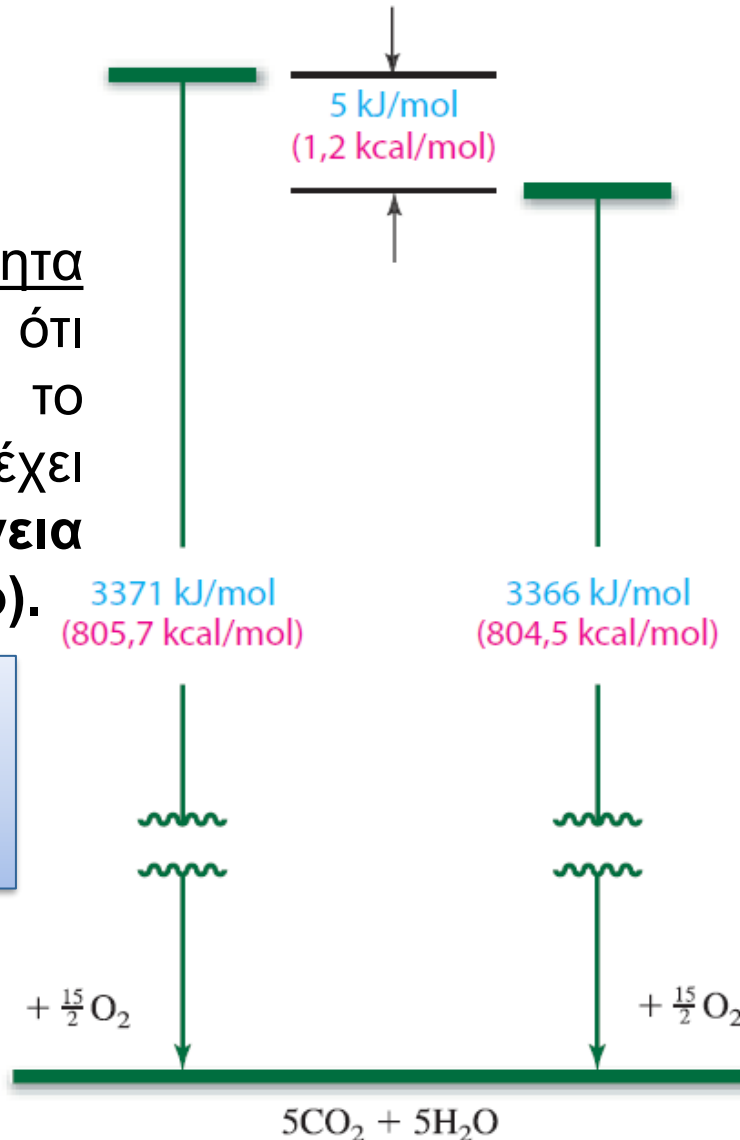
Κυκλοαλκάνια. Διαμορφωμερή

cis - 1,2-διμεθυλοκυκλοπροπάνιο

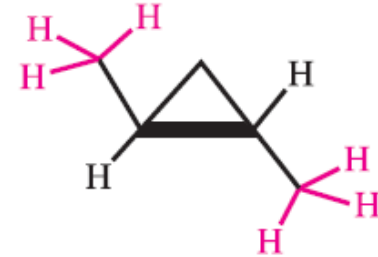


Μεγαλύτερη θερμότητα καύσης, υποδεικνύει ότι οι δεσμοί αλλά και το μόριο συνολικά έχει μεγαλύτερη ενέργεια (=λιγότερο σταθερό).

(cis-) →
**Στερεοχημική
τάση**



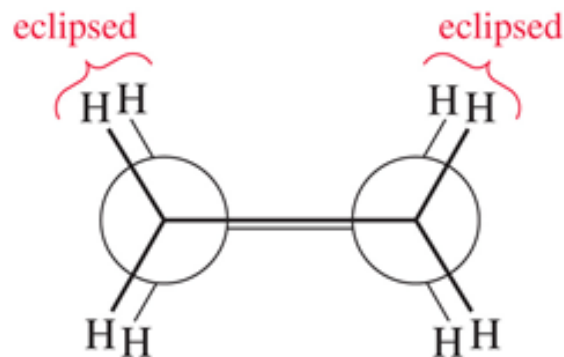
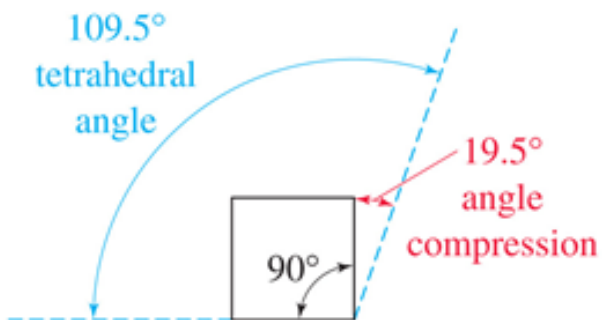
trans - 1,2-διμεθυλοκυκλοπροπάνιο



Η σχέση ανάμεσα στη σταθερότητα και τη στερεοχημεία *cis/trans* εξηγείται εύκολα μέσω της **στερεοχημικής τάσης**. Όταν οι μεθυλομάδες βρίσκονται στην **ίδια πλευρά (cis-)** του δακτυλίου παρεμποδίζουν η μία την άλλη και αυξάνουν τη δυναμική ενέργεια. Όταν βρίσκονται στην **αντίθετη πλευρά (trans-)** δεν εμφανίζεται παρεμπόδιση.

Κυκλοαλκάνια. Διαμορφωμερή

κυκλοβουτάνιο



Newman projection
of planar cyclobutane

Τάση στρέψης

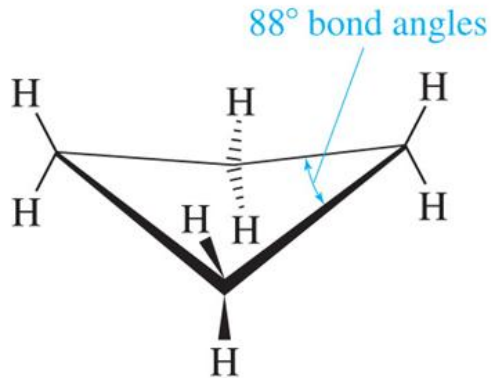
Η γωνία δεσμού στο επίπεδο είναι 90° , δηλαδή έχει απόκλιση κατά $19,5^\circ$ από τις $109,5^\circ$.

Γωνιακή Τάση

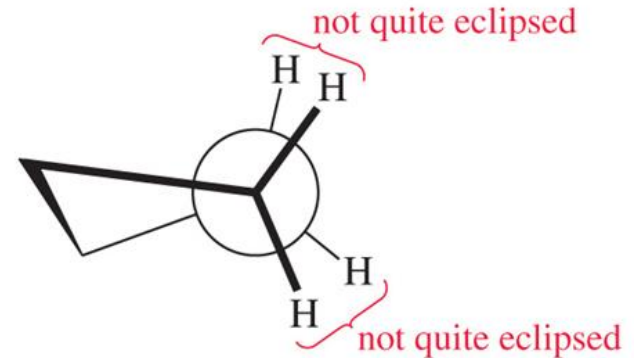
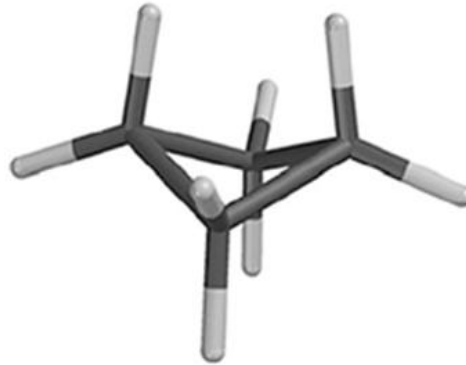
Ωστόσο, σε τρεις διαστάσεις, το κυκλοβουτάνιο είναι αρκετά εύκαμπτο ώστε να λυγίζει σε σχήμα "πεταλούδας", μειώνοντας λίγο την τάση στρέψης.

Κυκλοαλκάνια. Διαμορφωμερή

κυκλοβουτάνιο



slightly folded conformation



Newman projection of one bond

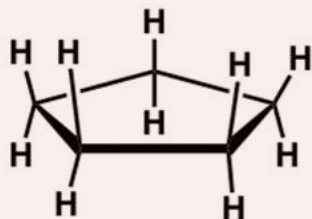
Ελαφριά αύξηση της γωνιακής τάσης,
ωστόσο ελαττώνεται κατά πολύ η τάση στρέψης



σχήμα
"πεταλούδας"

Κυκλοαλκάνια. Διαμορφωμερή

ΚΥΚΛΟΠΕΝΤΑΝΙΟ

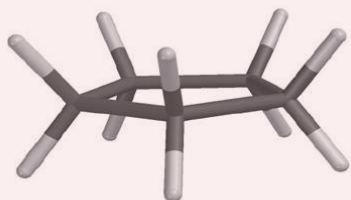


"Flat" cyclopentane

Interior angle 108°
(no angle strain)

All C-C bonds eclipsed
(**torsional strain!!**)

~10 kcal/mol of torsional strain!



Επίπεδη

Τάση στρέψης

σταθερότερες διαμορφώσεις



Φάκελος

"Envelope" cyclopentane



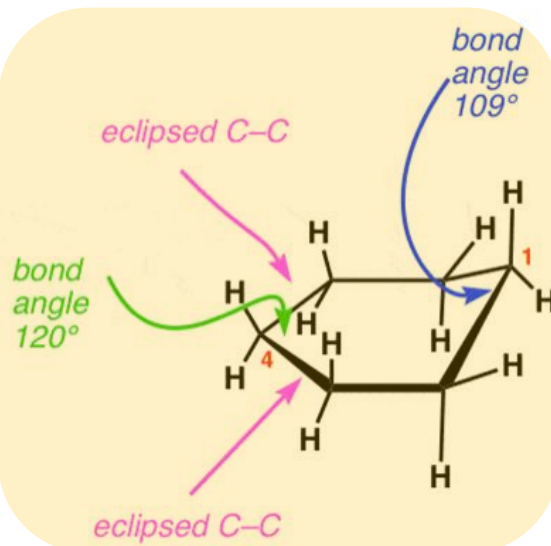
Συνεστραμμένος
Φάκελος

"Twist" cyclopentane

both of these conformations have significantly less torsional strain than the "flat" conformation

not perfectly staggered C-C bonds

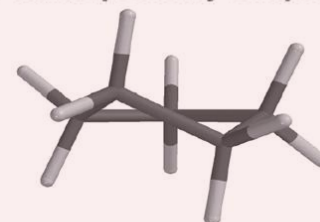
About 6 kcal/mol of torsional strain



"Half chair"

Ring strain 10.8 kcal/mol

- some angle strain (120°)
- torsional strain (two C-C bonds fully eclipsed, two more partially eclipsed)

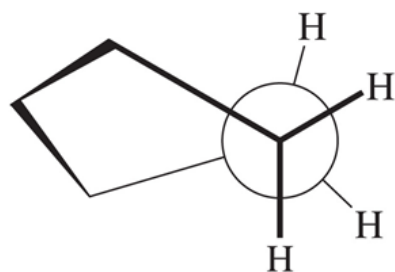
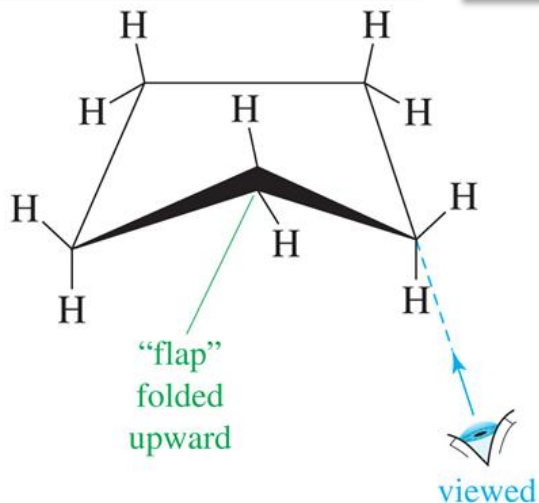


Ημιανάκλιντρο

Κυκλοαλκάνια. Διαμορφωμερή

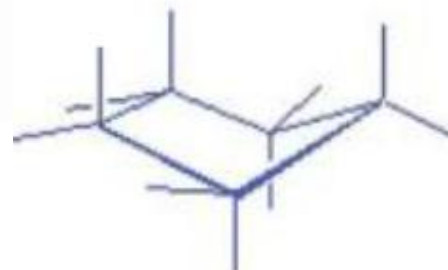
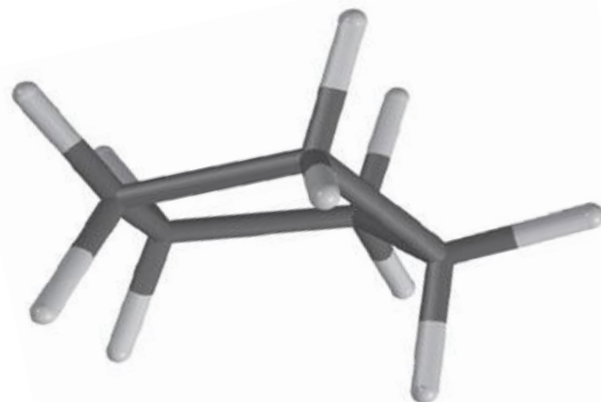
ΚΥΚΛΟΠΕΝΤΑΝΙΟ

Δομή φακέλου



Newman projection
showing relief of
eclipsing of bonds

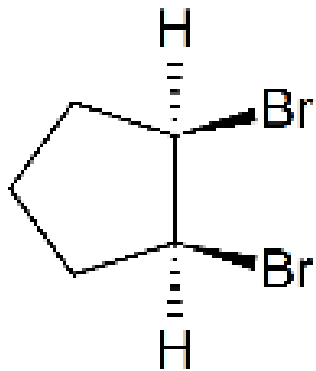
Ελαττώνεται
η τάση στρέψης



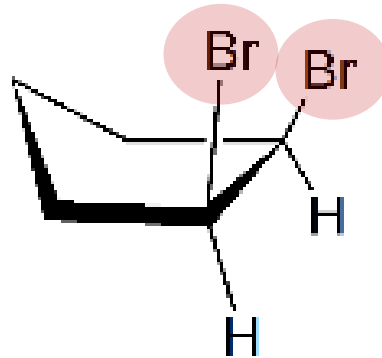
Όλοι οι δεσμοί C-H βρίσκονται σε
διαβαθμισμένη διαμόρφωση

Κυκλοαλκάνια. Διαμορφωμερή

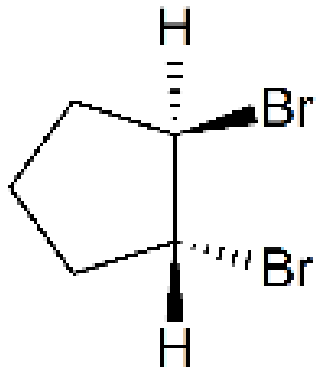
Παράδειγμα 3.1: Να σχεδιαστεί η δομή φακέλου των *cis*-1,2-διβρωμοκυκλοπεντανίου και *trans*-1,2-διβρωμοπεντανίου.



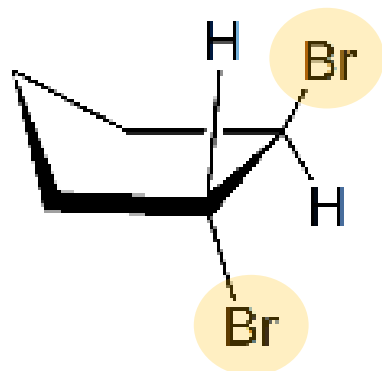
=



cis-1,2-dibromocyclopentane



=

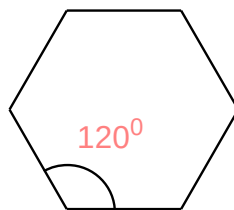


trans-1,2-dibromocyclopentane

Κυκλοαλκάνια. Διαμορφωμερή

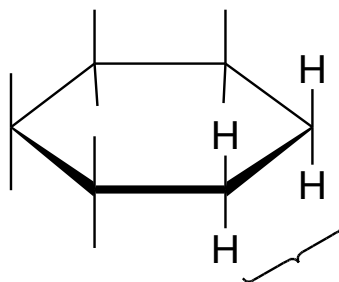
κυκλοεξάνιο

Γωνιακή τάση:



Λόγω απόκλισης της γωνίας C-C-C από την ιδανική τιμή των $109,5^\circ$.

Τάση στρέψης:



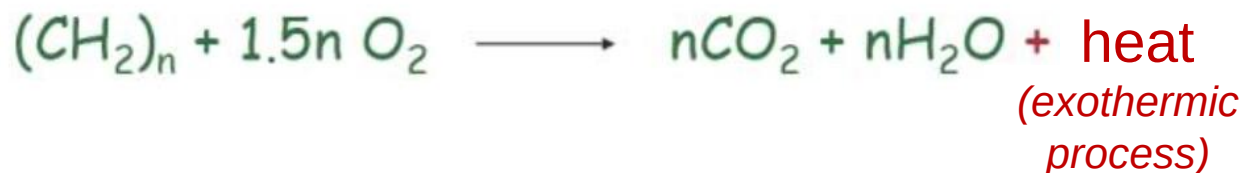
Δηλαδή υπάρχει εκλειπτική αλληλεπίδραση των παράλληλων δεσμών C-H

Εκλειπτικοί
δεσμοί

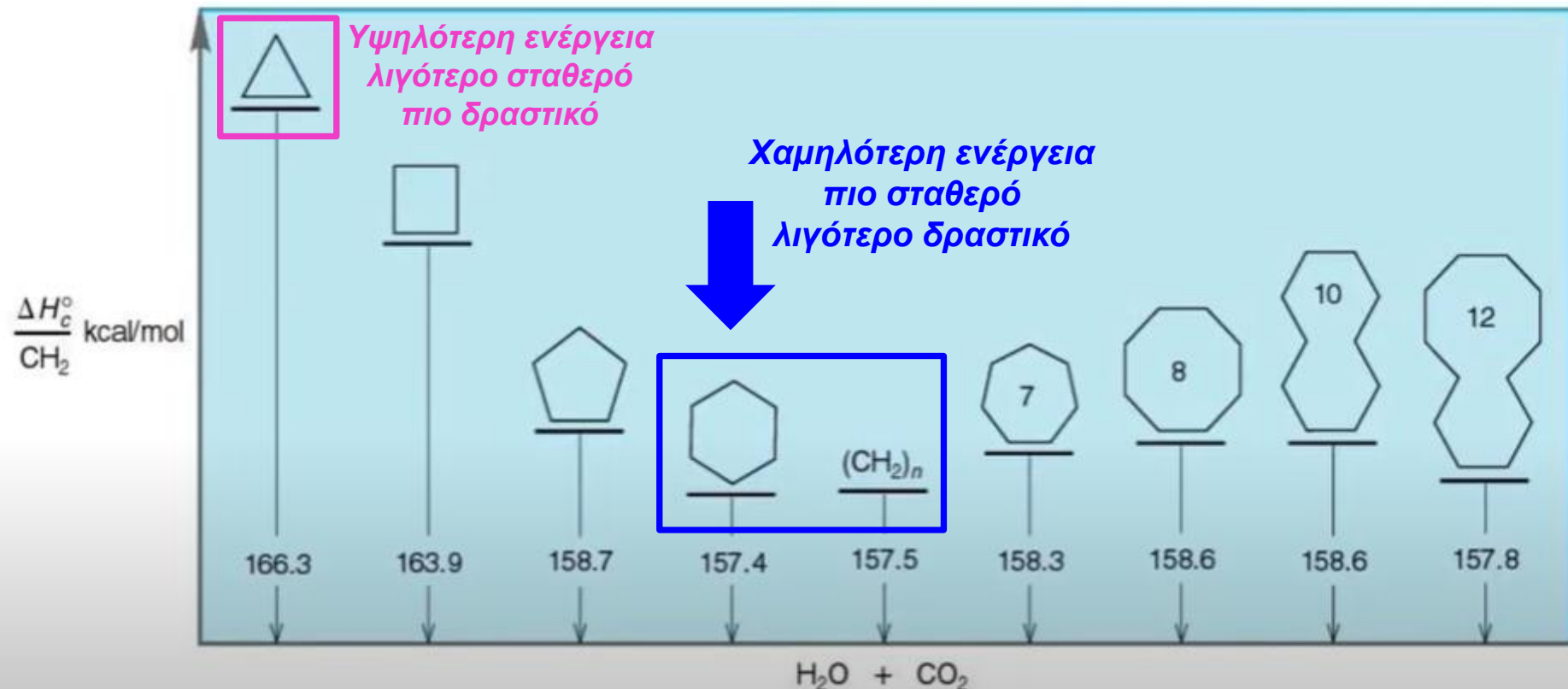
Επίπεδο κυκλοεξάνιο - Μόριο υψηλής δυναμικής ενέργειας

Κυκλοαλκάνια. Διαμορφωμερή

κυκλοεξάνιο



Θερμότητες καύσης



Σε σύγκριση με τους αλειφατικούς υδρογονάνθρακες, οι **κυκλικοί υδρογονάνθρακες** είναι **λιγότερο σταθεροί** (απελευθερώνεται περισσότερη ενέργεια κατά την καύση), επομένως **πιο δραστικοί**.

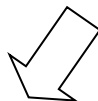
Κυκλοαλκάνια. Διαμορφωμερή

Κυκλοεξάνιο

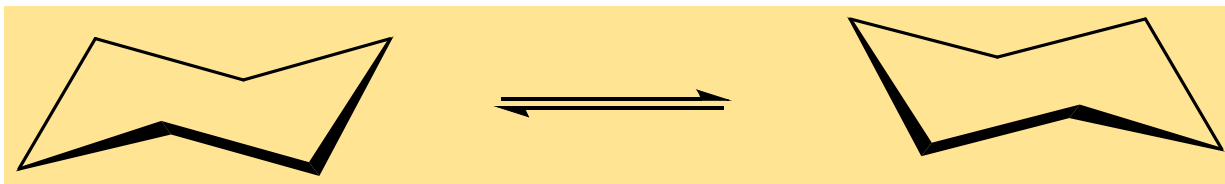
Κυκλοαλκάνιο	Αριθμός μεθυλομάδων	Θερμότητα Καύσης		Θερμότητα καύσης ανά μεθυλομάδα	
		kJ/mol	kcal/mol	kJ/mol	kcal/mol
Κυκλοπροπάνιο	3	2.091	499,8	697	166,6
Κυκλοβουτάνιο	4	2.745	656,1	686	164,0
Κυκλοπεντάνιο	5	3.320	793,4	664	158,7
Κυκλοεξάνιο	6	3.953	944,7	659	157,5
Κυκλοεπτάνιο	7	4.637	1108,4	662	158,3
Κυκλοοκτάνιο	8	5.310	1269,2	664	158,7
Κυκλοεννεάνιο	9	5.981	1429,6	665	158,8
Κυκλοδεκάνιο	10	6.639	1587,8	664	158,7
Κυκλοεντεκάνιο	11	7.293	1743,2	663	158,5
Κυκλοδωδεκάνιο	12	7.992	1893,4	660	157,8
Κυκλοδεκατεσσεράνιο	14	9.234	2207,0	660	157,6
Κυκλοδεκαεξάνιο	16	10.548	2521,0	659	157,6

Κυκλοαλκάνια. Διαμορφωμερή

κυκλοεξάνιο

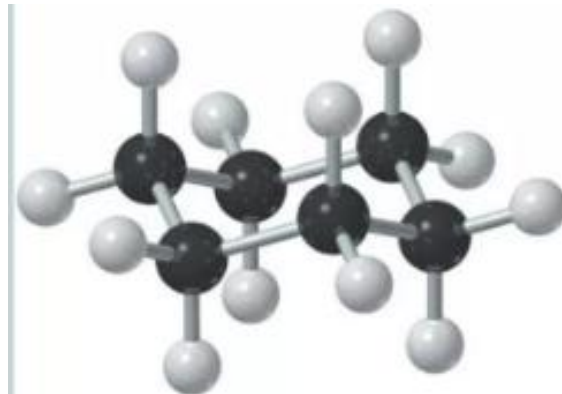


“Chair Conformation”



Αναστροφή δακτυλίου

Ισοδύναμες διαμορφώσεις ανακλίντρου



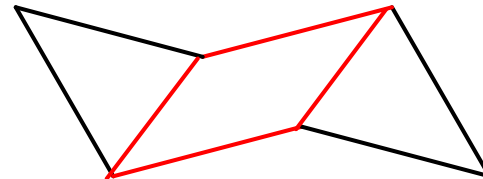
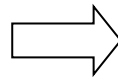
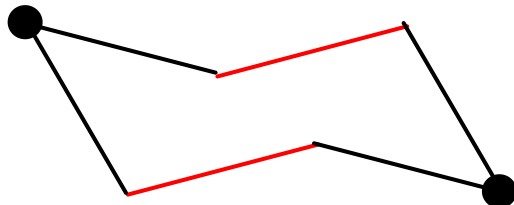
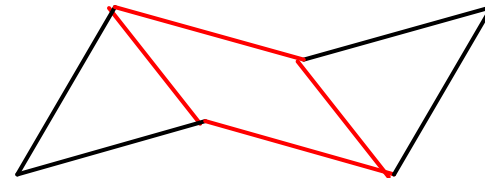
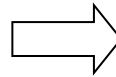
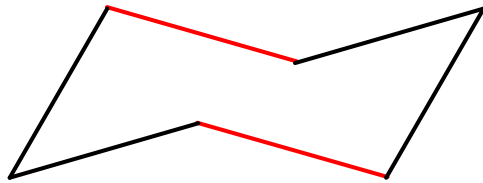
Το κυκλοεξάνιο υιοθετεί μία πτυχωμένη διαμόρφωση στην οποία, όλες οι γωνίες C-C-C είναι $109,5^\circ$ ($C\ sp^3$) και όλοι οι γειτονικοί δεσμοί C-H είναι διαβαθμισμένοι. Σε αυτό οφείλεται και η μεγάλη σταθερότητα του κυκλοεξανικού ανακλίντρου.

Τάση δακτυλίου (γωνιακή τάση + τάση στρέψης) = $0.0\ \text{Kcal mol}^{-1}$

Κυκλοαλκάνια. Διαμορφωμερή

κυκλοεξάνιο

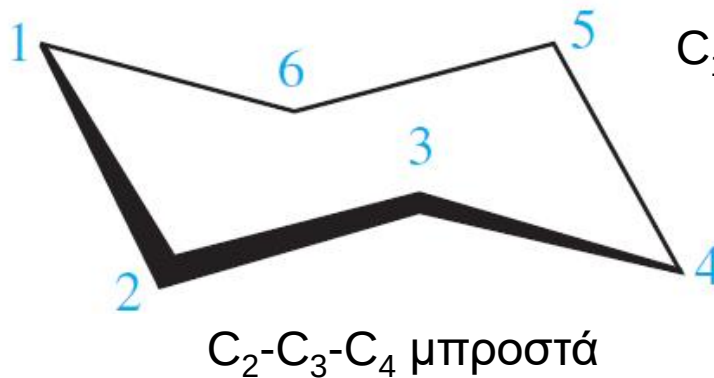
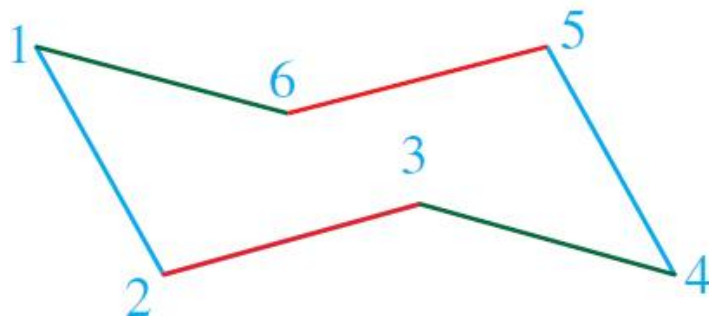
Σωστή σχεδίαση ανακλίντρου



Κυκλοαλκάνια. Διαμορφωμερή

κυκλοεξάνιο

Σωστή σχεδίαση ανακλίντρου



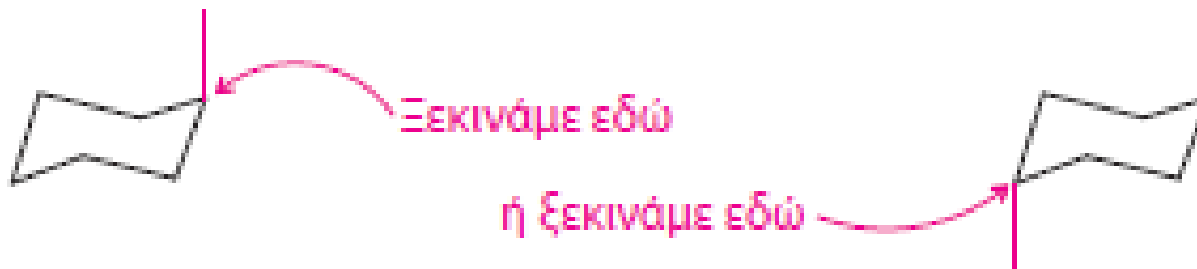
Κυκλοαλκάνια. Διαμορφωμερή

κυκλοεξάνιο

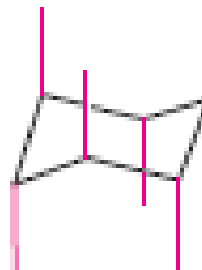
(1) Πρώτα σχεδιάζουμε τη διαμόρφωση ανακλίντρου του κυκλοεξανίου.



(2) Έπειτα σχεδιάζουμε τους αξονικούς δεσμούς, εναλλάσσοντας την κατεύθυνση στα γειτονικά άτομα άνθρακα. Ξεκινάμε τοποθετώντας είτε έναν δεσμό προς τα επάνω σε άνθρακα που βρίσκεται στις πάνω κορυφές του ανακλίντρου, είτε έναν δεσμό προς τα κάτω σε άνθρακα που βρίσκεται στις κάτω κορυφές του ανακλίντρου.



Τοποθετούμε εναλλάξ έτσι ώστε

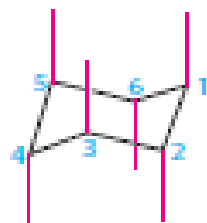


όλοι οι αξονικοί δεσμοί
να είναι παράλληλοι
μεταξύ τους

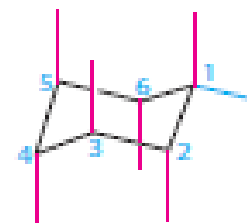
Κυκλοαλκάνια. Διαμορφωμερή

κυκλοεξάνιο

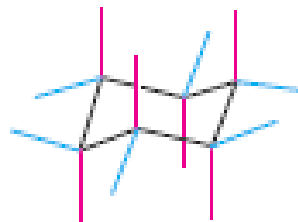
- (3) Τοποθετούμε τους ισημερινούς δεσμούς ώστε κάθε άνθρακας να αποκτά τετραεδρική διάταξη. Ο ισημερινός δεσμός σε κάθε άνθρακα πρέπει να είναι παράλληλος με τον δεσμό C—C των επόμενων δύο γειτονικών του ανθράκων.



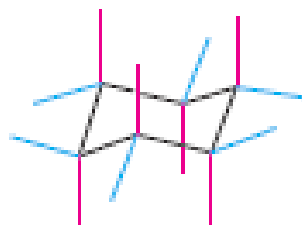
Τοποθετούμε τον ισημερινό δεσμό στον C-1, έτσι ώστε να είναι παράλληλος με τους δεσμούς C2-C3 και C5-C6.



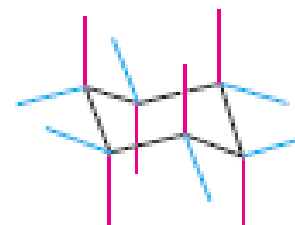
Ακολουθώντας αυτό το σύστημα σχεδιάζουμε όλους τους ισημερινούς δεσμούς.



- (4) Εξασκηθείτε στον σχεδιασμό ενός ανακλίντρου με προσανατολισμό και προς τις δύο κατευθύνσεις.



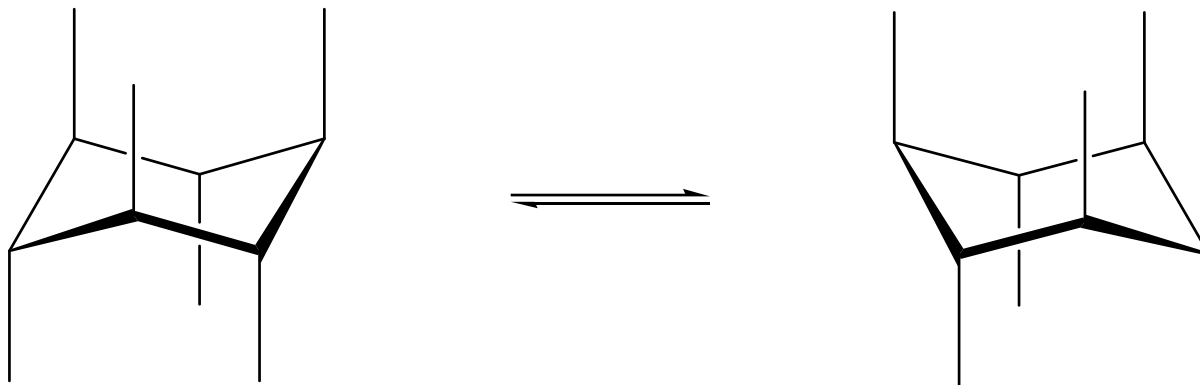
και



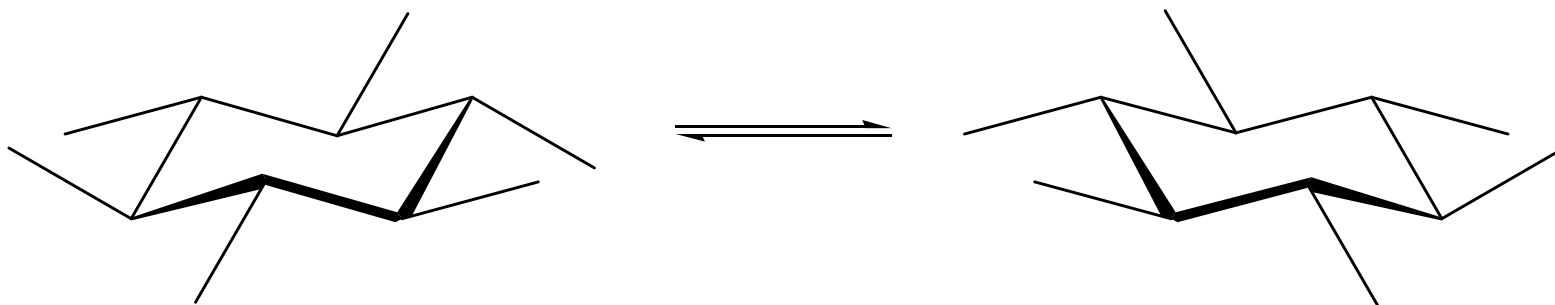
Κυκλοαλκάνια. Διαμορφωμερή

κυκλοεξάνιο

Αξονικοί δεσμοί



Ισημερινοί δεσμοί

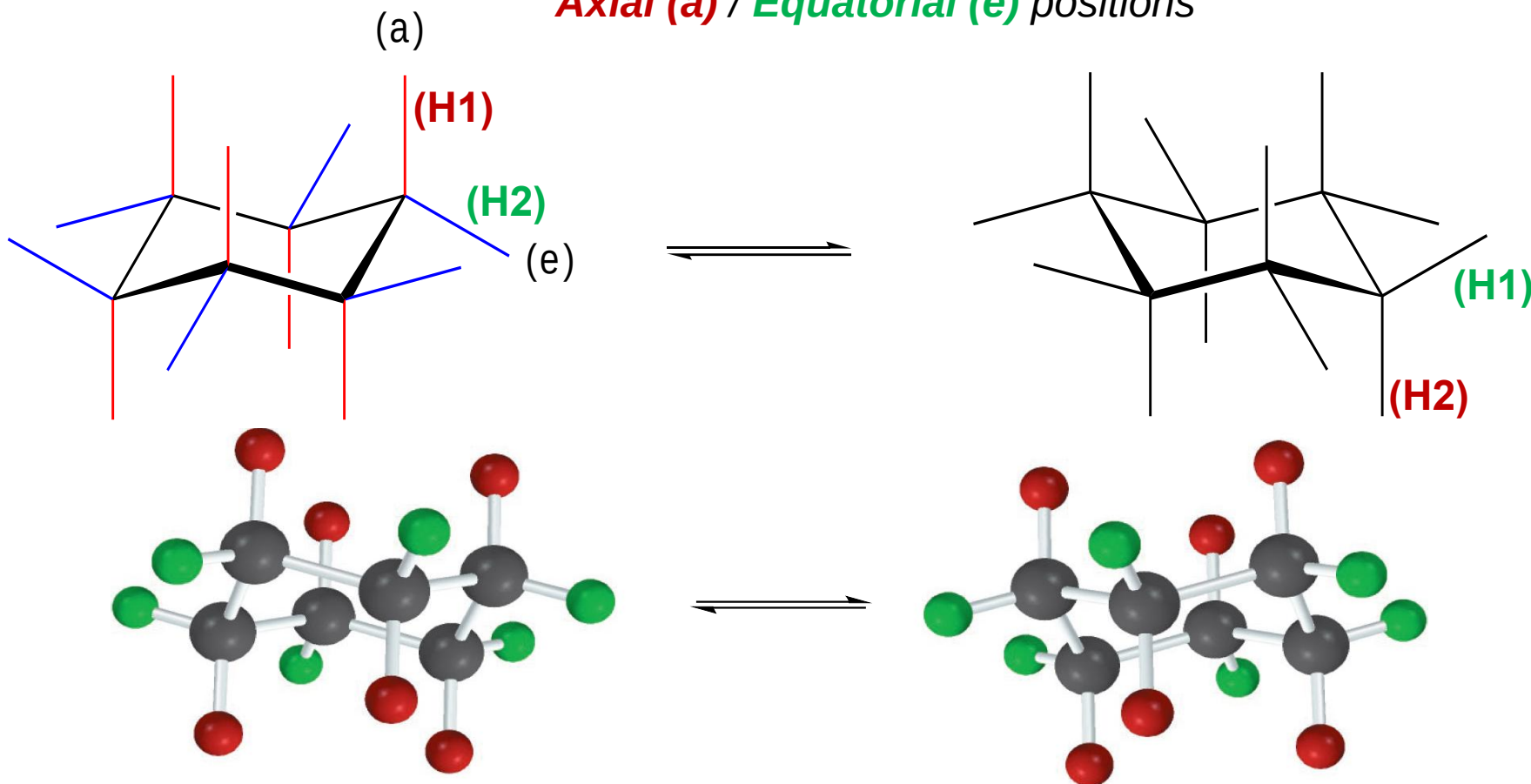


Κυκλοαλκάνια. Διαμορφωμερή

κυκλοεξάνιο

Αναστροφή δακτυλίου

Axial (a) / Equatorial (e) positions

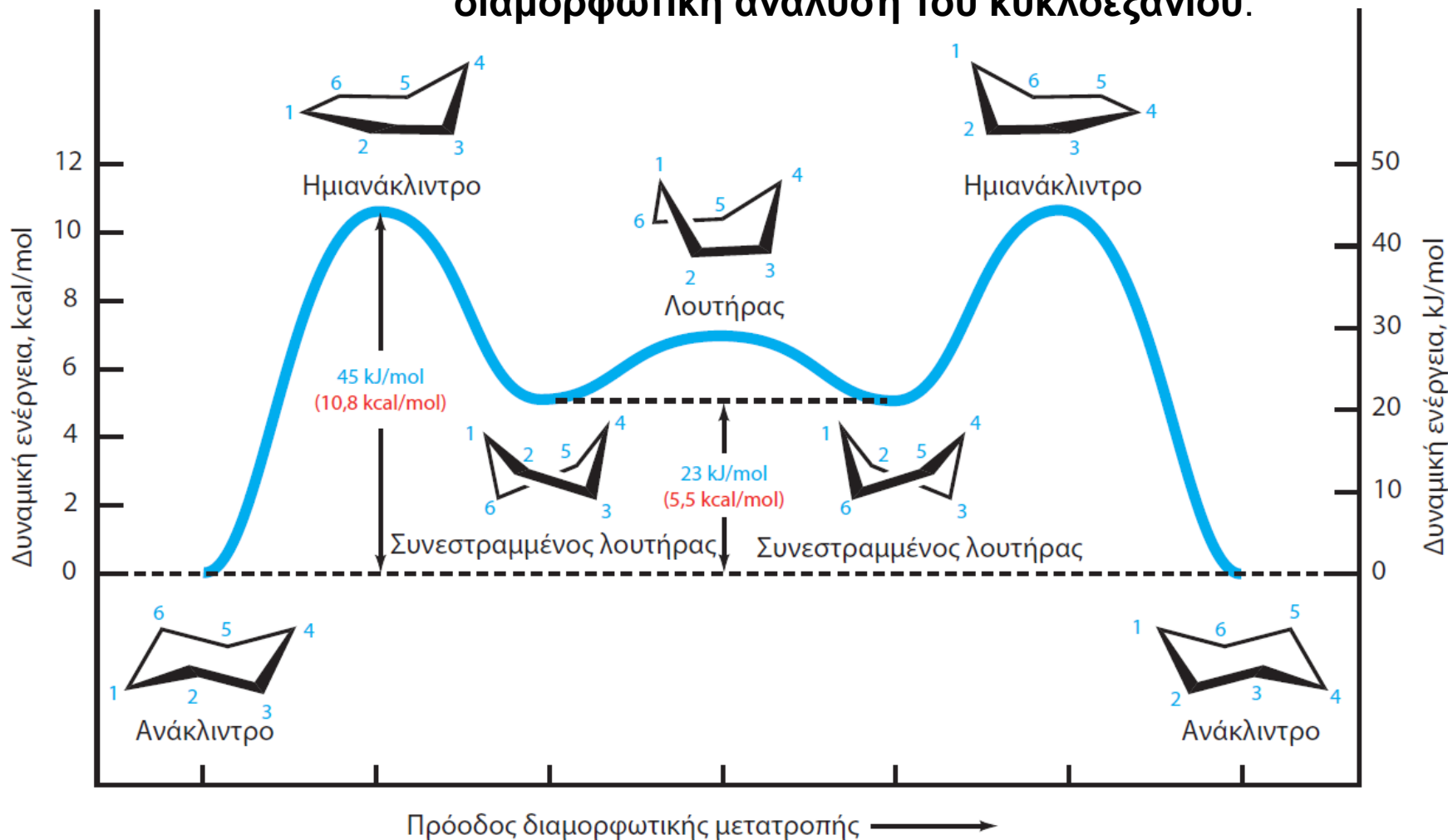


Το ανάκλιντρο αλλάζει πολύ γρήγορα διαμόρφωση και μετατρέπεται σε μία άλλη διαμόρφωση ανακλίντρου.

Κυκλοαλκάνια. Διαμορφωμερή

ΚΥΚΛΟΕΞΑΝΙΟ

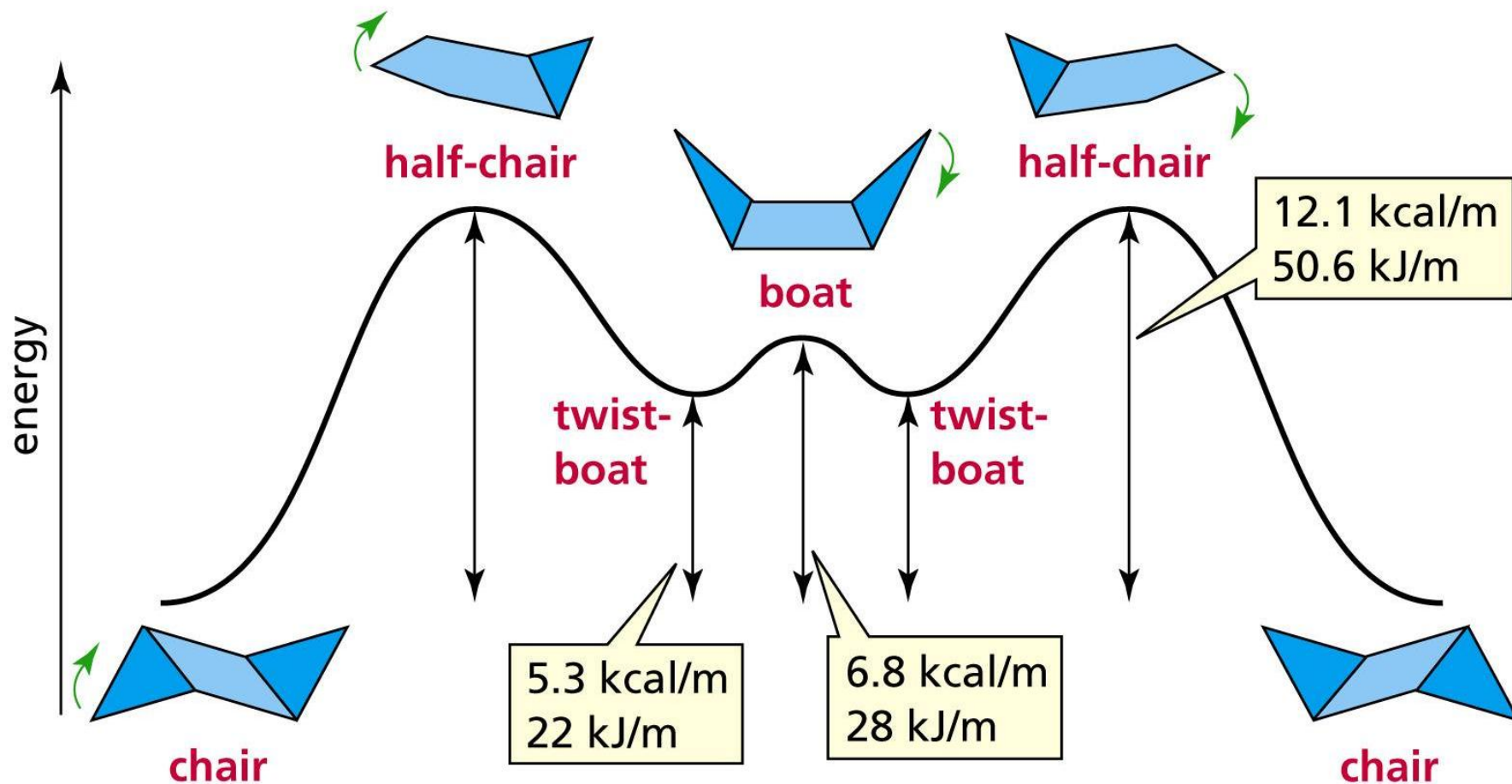
Το ακόλουθο διάγραμμα Ε-δυναμικής μας δείχνει την διαμορφωτική ανάλυση του κυκλοεξανίου:



Σε θερμοκρασία δωματίου η εναλλαγή μεταξύ των διαμορφώσεων του κυκλοεξανίου γίνεται πολύ γρήγορα.

Κυκλοαλκάνια. Διαμορφωμερή

κυκλοεξάνιο

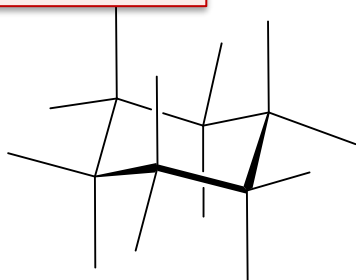


Σε θερμοκρασία δωματίου η εναλλαγή μεταξύ των διαμορφώσεων του κυκλοεξανίου γίνεται πολύ γρήγορα.

Κυκλοαλκάνια. Διαμορφωμερή

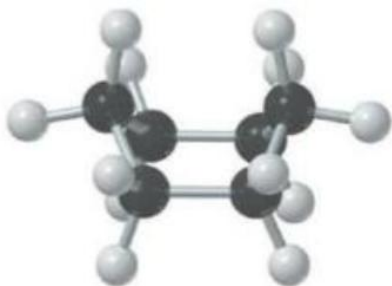
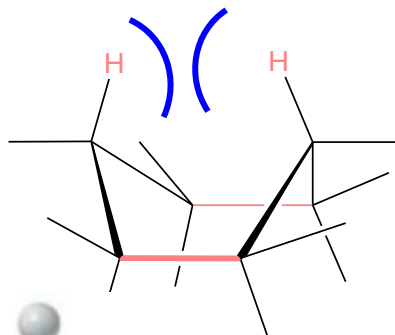
ΚΥΚΛΟΕΞΆΝΙΟ

Ανάκλιντρο (Chair)



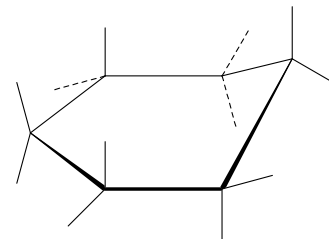
Καθόλου γωνιακή τάση
Καθόλου τάση στρέψης
Μικρή στερεοχημική τάση (H-H)
E = 0 kcal/mol

Λουτήρας (Boat)



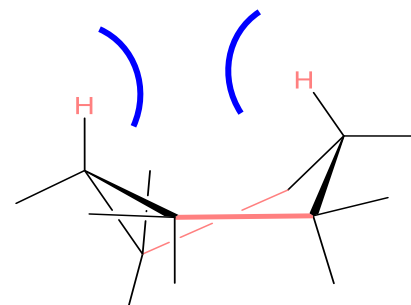
Μικρή γωνιακή τάση
Τάση στρέψης
Στερεοχημική τάση μεταξύ H-H
E = 6,8 kcal/mol

Ημιανάκλιντρο (Half chair)



Μικρή γωνιακή τάση
Υψηλή τάση στρέψης
Μικρή στερεοχημική τάση (H-H)
E = 12,1 kcal/mol

Συνεστραμμένος λουτήρας (Twist boat)

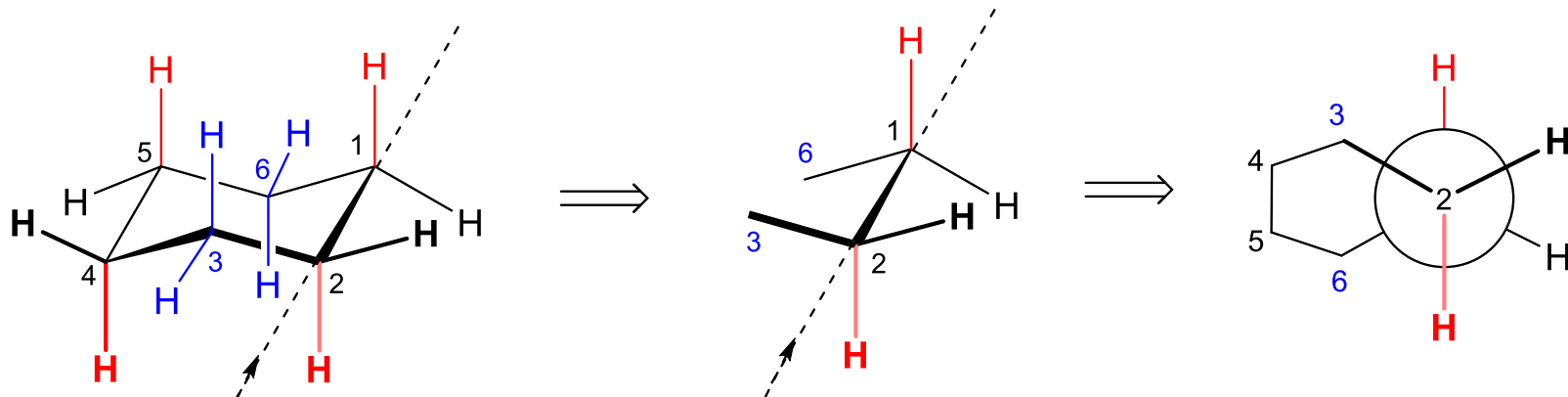


Μικρή γωνιακή τάση
Μικρή τάση στρέψης
Μικρή στερεοχημική τάση μεταξύ H-H
E = 5,3 kcal/mol

Κυκλοαλκάνια. Διαμορφωμερή

κυκλοεξάνιο

Προβολή Newman
μη υποκατεστημένου κυκλοεξανίου



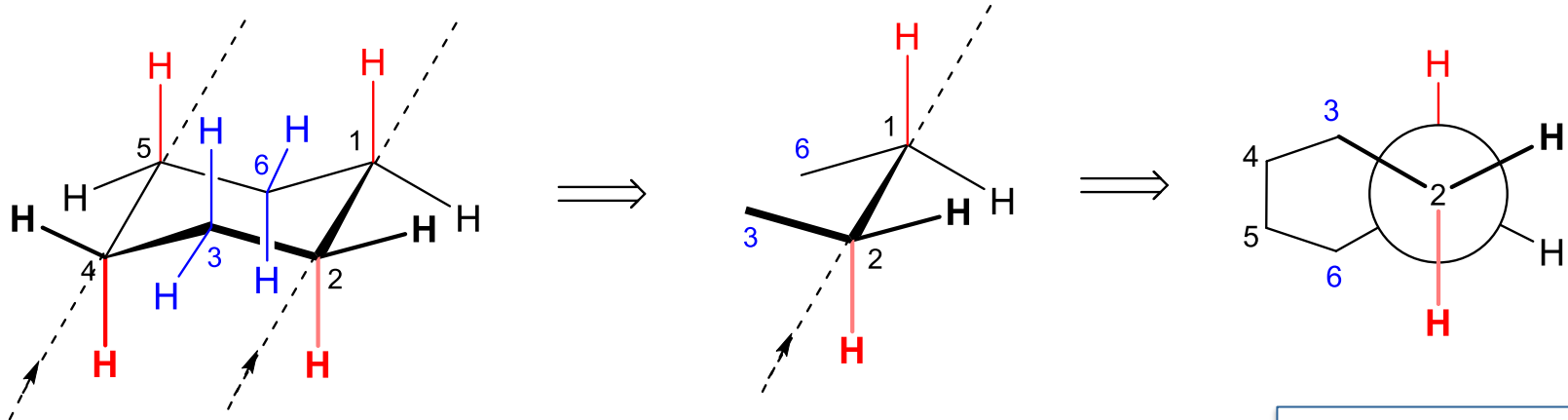
Διαβαθμισμένοι
δεσμοί C-H

Όποιον δεσμό C-C και να προβάλουμε σε ένα μη υποκατεστημένο κυκλοεξάνιο θα έχουμε **διαβαθμισμένη διαμόρφωση**.

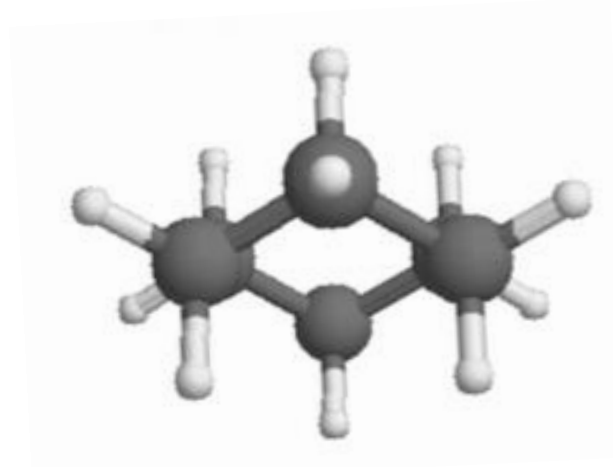
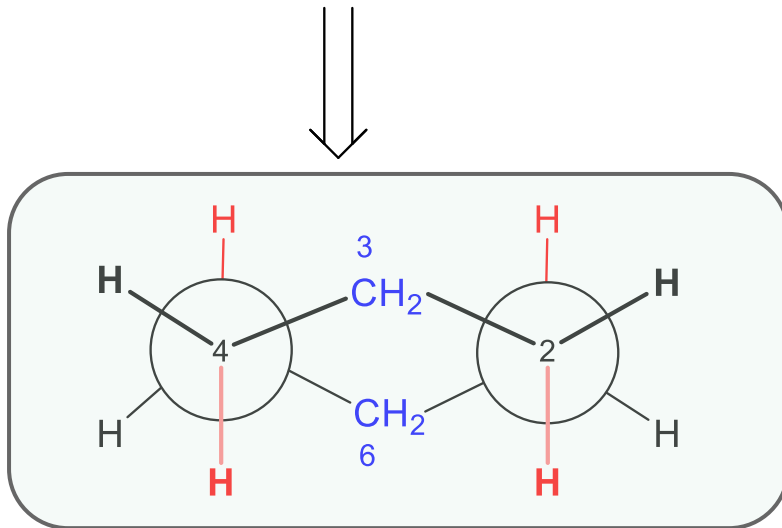
Κυκλοαλκάνια. Διαμορφωμερή

κυκλοεξάνιο

Προβολή Newman
μη υποκατεστημένου κυκλοεξανίου



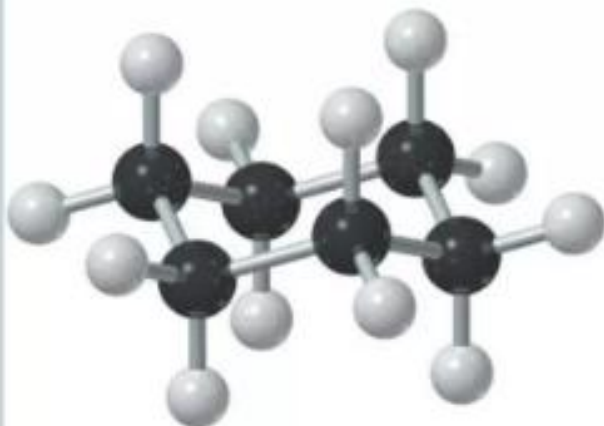
Διαβαθμισμένοι
δεσμοί C-H



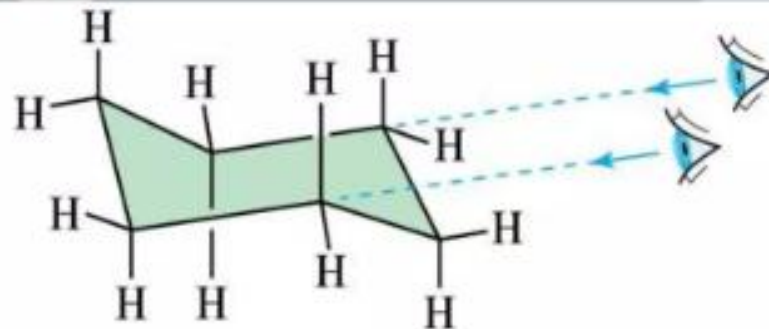
Κυκλοαλκάνια. Διαμορφωμερή

κυκλοεξάνιο

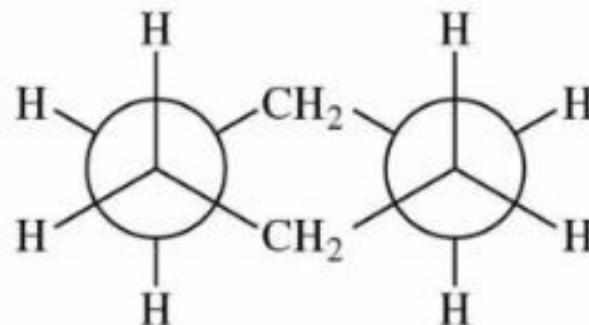
Προβολή Newman
μη υποκατεστημένου κυκλοεξανίου



Ανάκλιντρο



Διαβαθμισμένοι
δεσμοί C-H



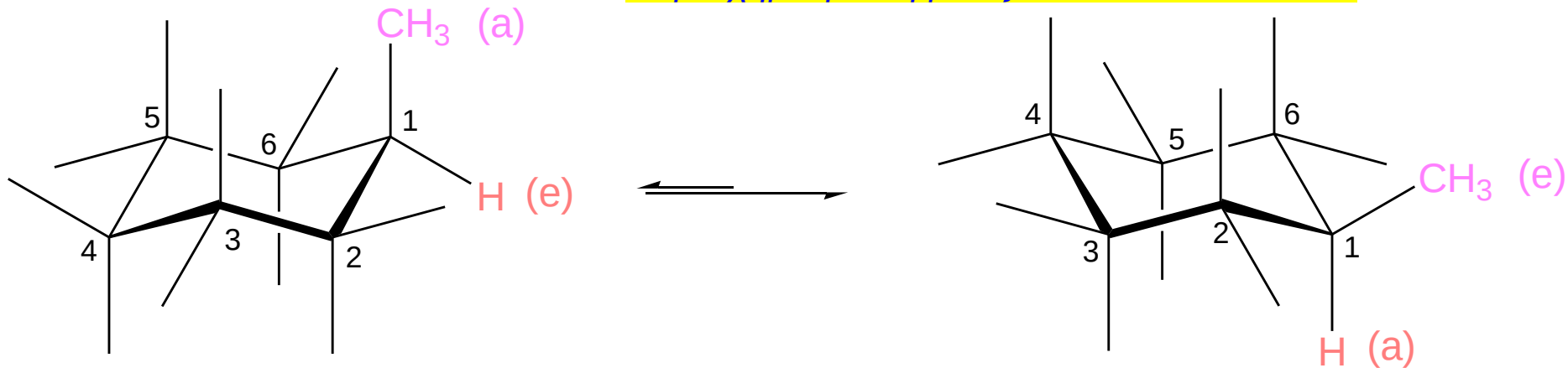
Η χαμηλότερης ενέργειας διαμόρφωση του κυκλοεξανίου

Κυκλοαλκάνια. Διαμορφωμερή

κυκλοεξάνιο

Διαμορφώσεις μονοϋποκατεστημένων κυκλοεξανίων

Στεreoχημική τάση μεταξύ υποκατάστατων $\neq H$



1.7 kcal/mol
πιο σταθερό ανάκλιντρο

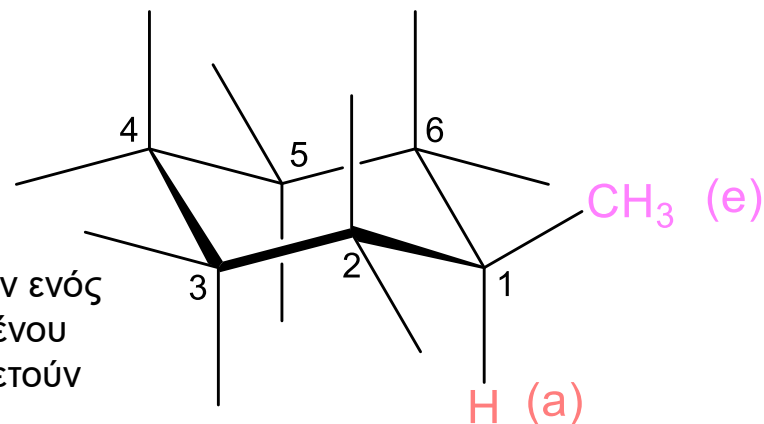
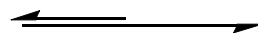
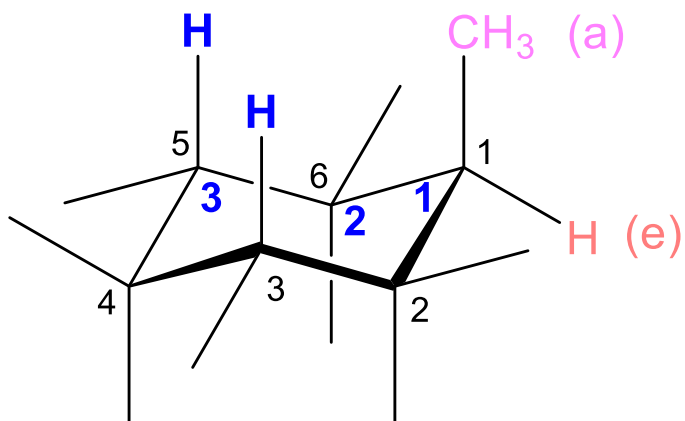
Για τα μονοϋποκατεστημένα κυκλοεξάνια, η σταθερότερη διαμόρφωση είναι εκείνη στην οποία ο υποκαταστάτης βρίσκεται σε ισημερινή θέση (οι δύο διαμορφώσεις ανάκλιντρου δεν είναι ενεργειακά ισοδύναμες).

Κυκλοαλκάνια. Διαμορφωμερή

κυκλοεξάνιο

Διαμορφώσεις μονοϋποκατεστημένων κυκλοεξανίων

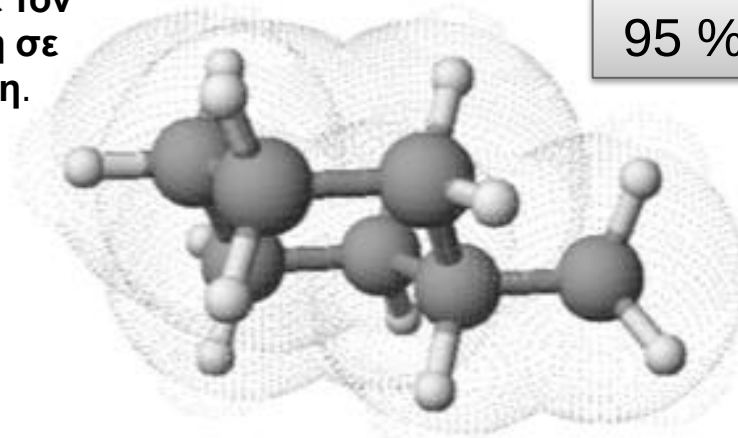
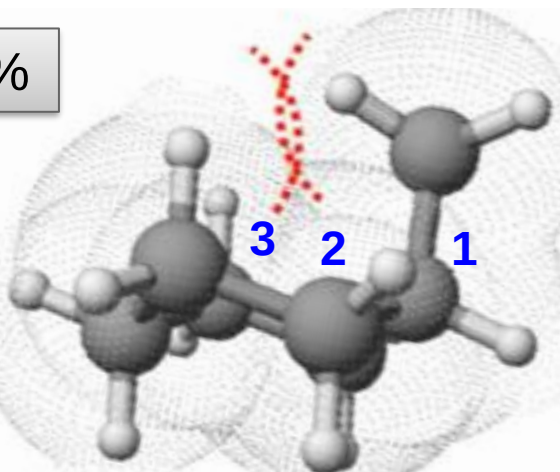
Στεreoχημική τάση μεταξύ υποκατάστατων $\neq H$



Το 95% των μορίων ενός μονοϋποκατεστημένου κυκλοεξανίου υιοθετούν το διαμορφωμερές ανάκλιντρου με τον υποκαταστάτη σε ισημερινή θέση.

5 %

95 %

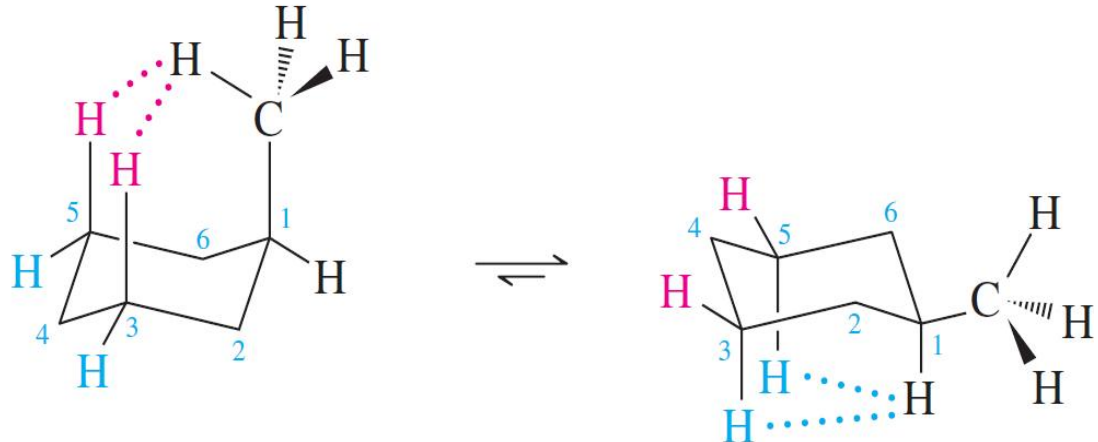


Κυκλοαλκάνια. Διαμορφωμερή

ΚΥΚΛΟΕΞΆΝΙΟ

Η ενεργειακή διαφορά μεταξύ των διαμορφωμερών με τον υποκαταστάτη στην αξονική θέση έναντι της ισημερινής θέσης οφείλεται σε **στεreoχημική τάση**, η οποία προκαλείται από τις **απωστικές 1,3-διαξονικές αλληλεπιδράσεις/απώσεις** ανάμεσα στο αξονικό μεθύλιο του C1 και τα αξονικά υδρογόνα των ανθράκων C3 και C5. Στο ισημερινό μεθυλοκυκλοεξάνιο οι αλληλεπιδράσεις αυτές δεν υφίστανται, οπότε είναι και σταθερότερο.

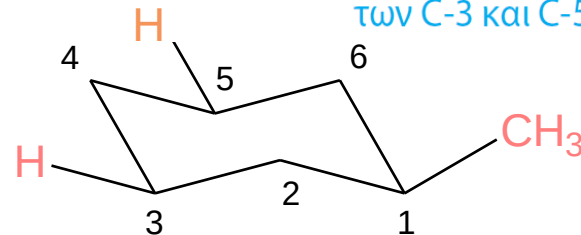
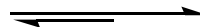
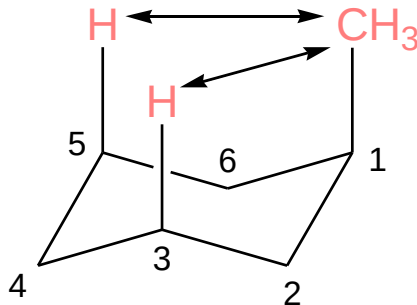
1,3-διαξονικές αλληλεπιδράσεις



Σtereoχημική τάση ανάμεσα στην αξονική μεθυλομάδα και στα αξονικά υδρογόνα των C-3 και C-5.

Αμελητέα stereoχημική τάση ανάμεσα στο υδρογόνο του C-1 και στα αξονικά υδρογόνα των C-3 και C-5.

5 %



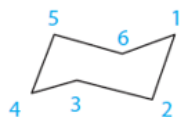
95 %

Κυκλοαλκάνια. Διαμορφωμερή

κυκλοεξάνιο

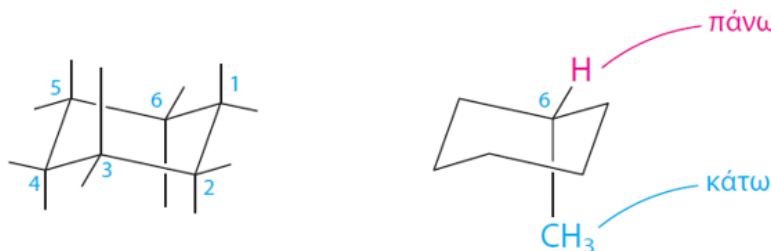
Πρόβλημα 3.10

Οι ερωτήσεις αφορούν τη δομή ανακλίντρου που φαίνεται παρακάτω.



- α) Μια μεθυλομάδα που βρίσκεται στον C-6 προς τα κάτω είναι αξονική ή ισημερινή;
- β) Μια μεθυλομάδα που βρίσκεται στον C-1 προς τα πάνω είναι λιγότερο ή περισσότερο σταθερή από μια μεθυλομάδα που βρίσκεται στον C-4 προς τα πάνω;
- γ) Τοποθετήστε μια μεθυλομάδα στον C-3 ώστε να έχει το σταθερότερο προσανατολισμό. Βρίσκεται πάνω ή κάτω από το επίπεδο του κυκλοεξανίου;

Υπόδειγμα λύσης (α) Πρώτα τοποθετούμε όλους του δεσμούς επάνω στον κυκλοεξανικό δακτύλιο με τις σωστές κατευθύνσεις τους. Ένας υποκαταστάτης λέμε ότι βρίσκεται προς τα κάτω όταν είναι χαμηλότερα από τον άλλον υποκαταστάτη του ίδιου άνθρακα. Άρα, η μεθυλομάδα στον C-6 είναι αξονική.

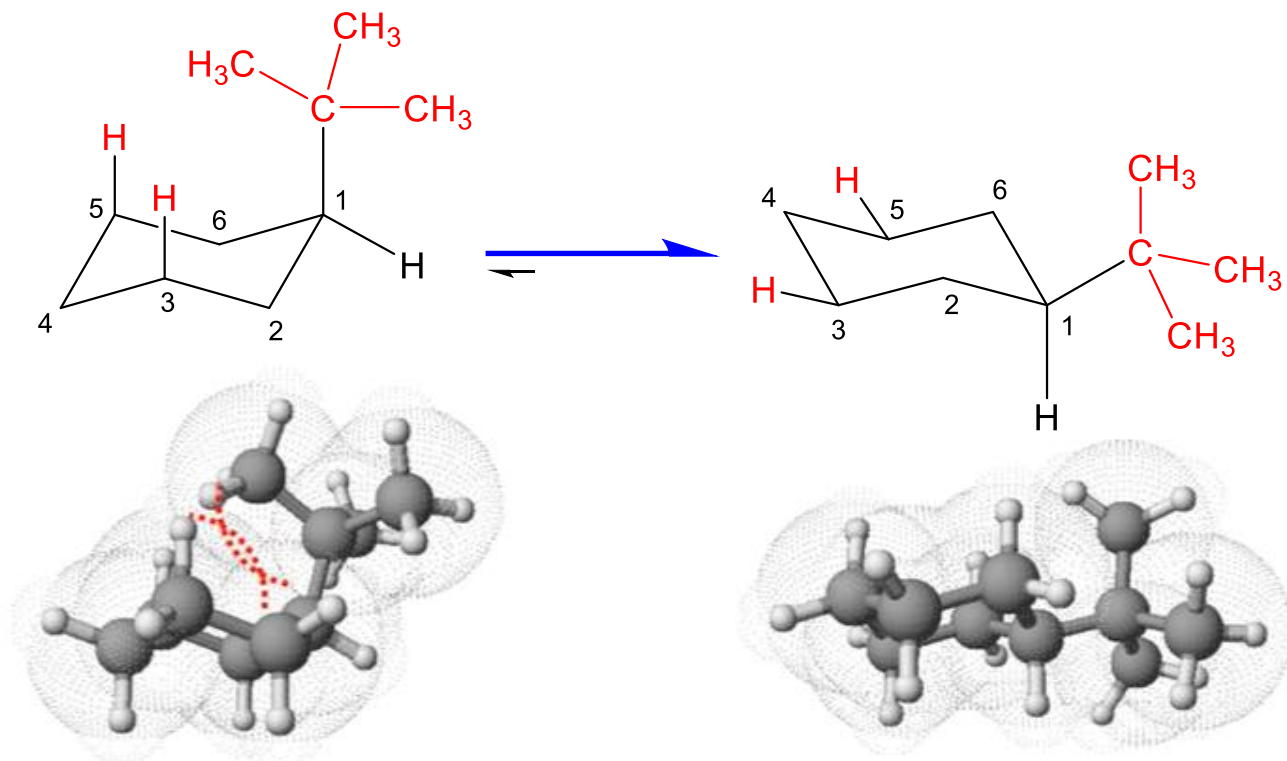


Κυκλοαλκάνια. Διαμορφωμερή

κυκλοεξάνιο

Το μέγεθος της 1,3-διαξονικής στερεοχημικής τάσης σε ένα μονοϋποκατεστημένο κυκλοεξάνιο εξαρτάται από το μέγεθος του αξονικού υποκαταστάτη.

Όσο μεγαλύτερος ο υποκαταστάτης τόσο μεγαλύτερες οι 1,3-διαξονικές αλληλεπιδράσεις, οπότε η ενεργειακή διαφορά του «ισημερινού» από το «αξονικό διαμορφομερές» καθίσταται μεγαλύτερη.

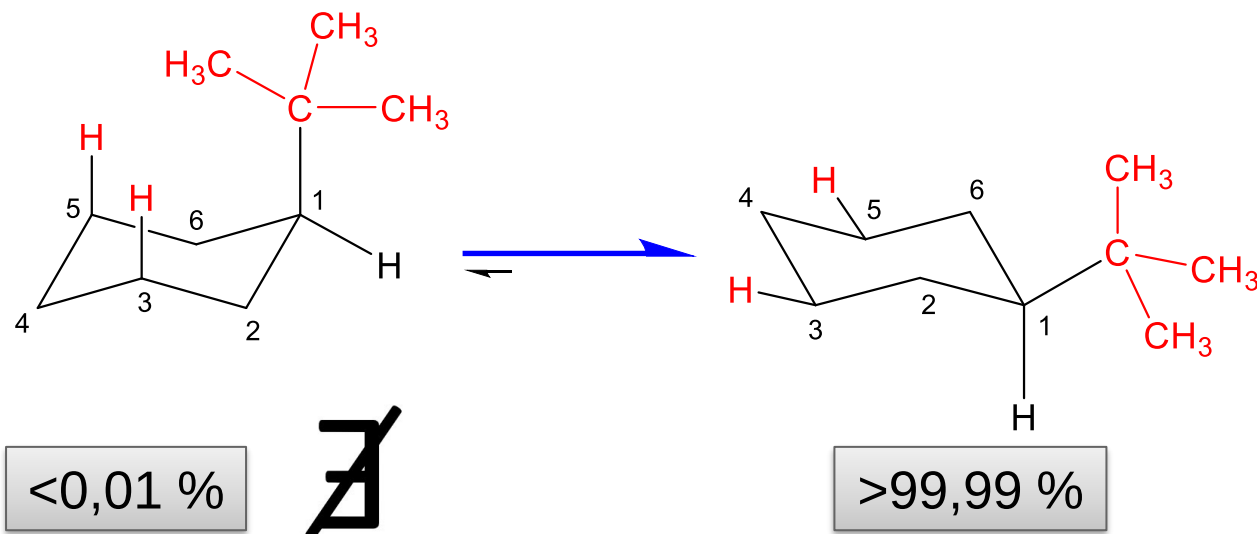


Κυκλοαλκάνια. Διαμορφωμερή

κυκλοεξάνιο

Το μέγεθος της 1,3-διαξονικής στερεοχημικής τάσης σε ένα μονοϋποκατεστημένο κυκλοεξάνιο εξαρτάται από το μέγεθος του αξονικού υποκαταστάτη.

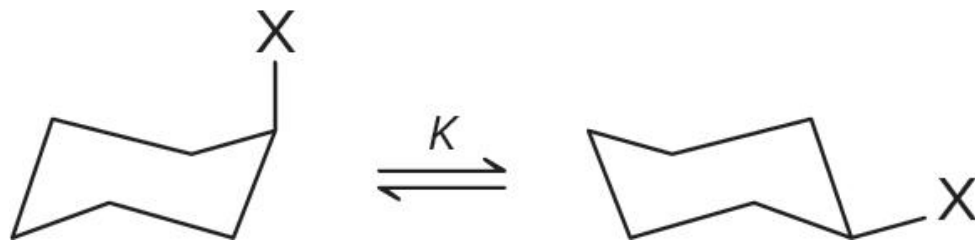
Όσο μεγαλύτερος ο υποκαταστάτης τόσο μεγαλύτερες οι 1,3-διαξονικές αλληλεπιδράσεις, οπότε η ενεργειακή διαφορά του «ισημερινού» από το «αξονικό διαμορφομερές» καθίσταται μεγαλύτερη.



Μία ομάδα *τριτ*-βουτυλο, είναι πολύ πιο ογκώδης από μία μεθυλομάδα, επομένως η **ισορροπία μετατοπίζεται ακόμη περισσότερο προς το πιο σταθερό ανάκλιντρο** (δηλ., με τον πιο ογκώδη υποκαταστάτη σε ισημερινή θέση), με αποτέλεσμα να είναι το ποσοστό των μορίων που υιοθετούν το συγκριμένο διαμορφομερές ακόμη μεγαλύτερο (>99,99%).

Κυκλοαλκάνια. Διαμορφωμερή

κυκλοεξάνιο



Όσο αυξάνεται η τιμή της σταθεράς ισορροπίας K , τόσο μικρότερο είναι το ποσοστό αξονικής διαμόρφωσης.

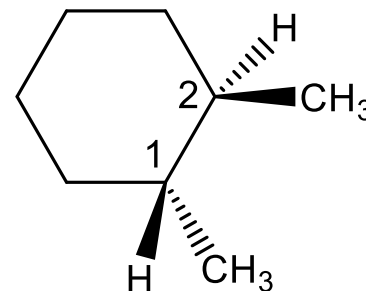
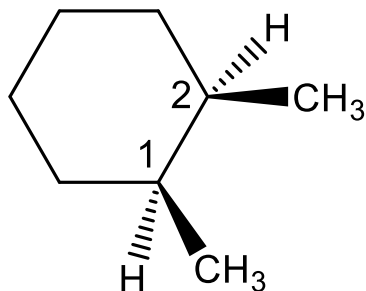
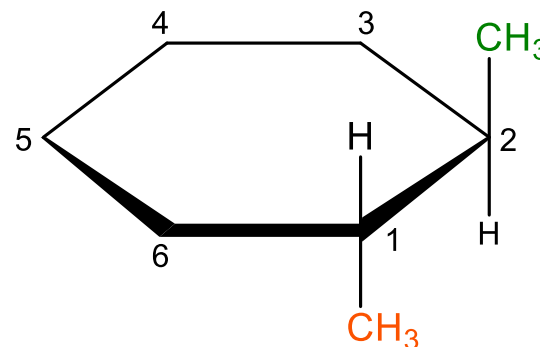
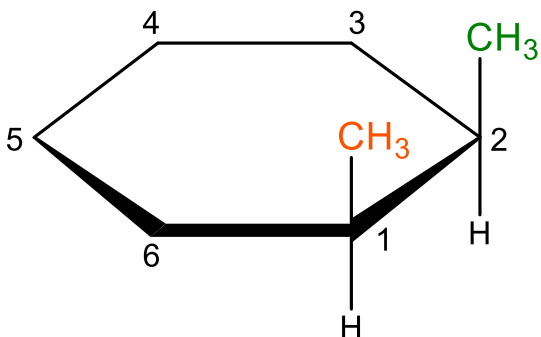
Υποκαταστάτης X	Ποσοστό αξονικής διαμόρφωσης	Ποσοστό ισημερινής διαμόρφωσης	K	ΔG° (στους 298 K)	
				kJ/mol	Kcal/mol
-CH ₃	5	95	19	-7,2	-1,74
-CH ₂ CH ₃	4,6	95,4	21	-7,5	-1,79
-CH(CH ₃) ₂	3	97	38	-9,0	-2,15
-C(CH ₃) ₃	<0,01	>99,99	>9999	-22,8	-5,5
-F	40	60	1,5	-1,0	-0,25
-Cl	29	71	2,4	-2,2	-0,52
-OH	17	83	4,8	-3,9	-0,93
-NH ₂	9	91	11	-5,9	-1,4

Κυκλοαλκάνια. Διαμορφωμερή

κυκλοεξάνιο

Διαμορφώσεις 1,2-διυποκατεστημένων κυκλοεξανίων

ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ - ΑΝΑΛΥΣΗ



cis-1,2-διμεθυλοκυκλοεξάνιο

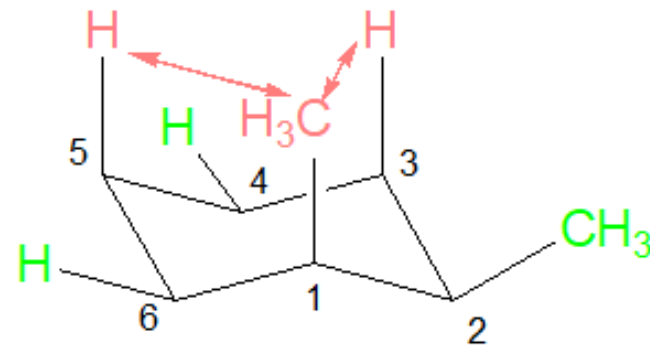
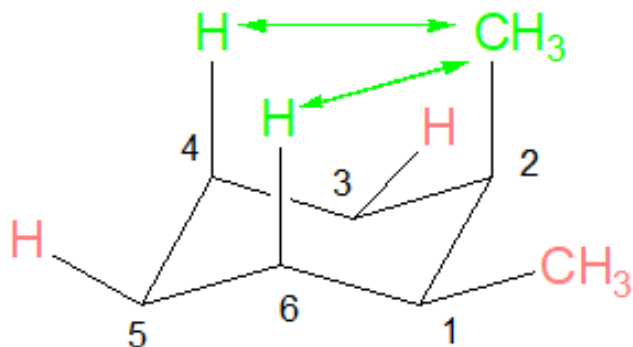
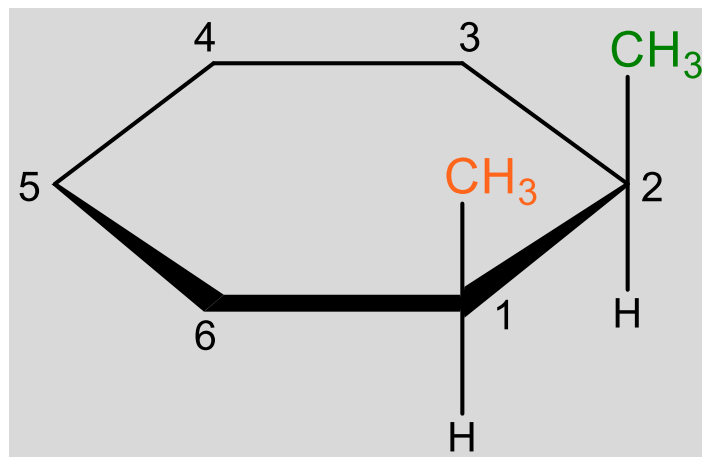
trans-1,2-διμεθυλοκυκλοεξάνιο

Κυκλοαλκάνια. Διαμορφωμερή

κυκλοεξάνιο

Διαμορφώσεις *cis*-1,2-διυποκατεστημένων κυκλοεξανίων

ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ - ΑΝΑΛΥΣΗ



cis-1,2-διμεθυλοκυκλοεξάνιο

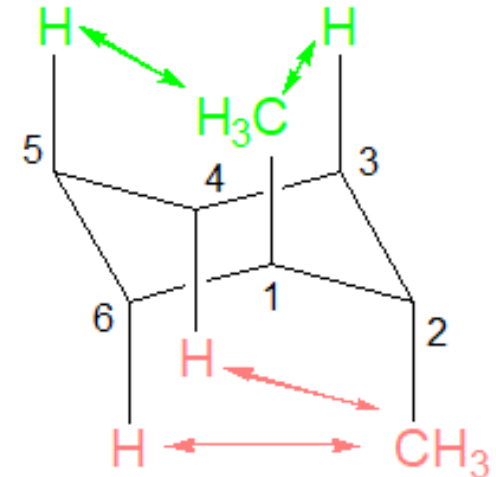
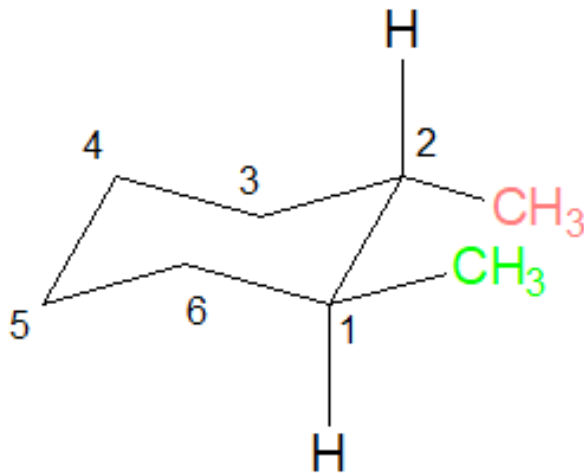
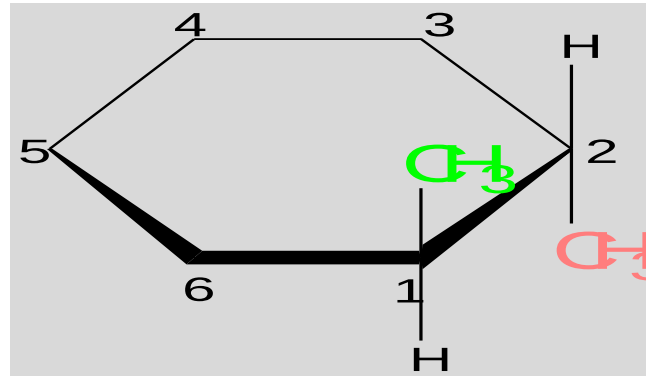
Υπάρχουν **εξίσου** 1,3-διαξονικές αλληλεπιδράσεις και στα δύο διαμορφωμερή ανάνκλιτρου.

Κυκλοαλκάνια. Διαμορφωμερή

κυκλοεξάνιο

Διαμορφώσεις *trans*-1,2-διυποκατεστημένων κυκλοεξανίων

ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ - ΑΝΑΛΥΣΗ



μιδέν 1,3-διαξονικές
αλληλεπιδράσεις

trans-1,2-διμεθυλοκυκλοεξάνιο

(x4) 1,3-διαξονικές
αλληλεπιδράσεις

Κυκλοαλκάνια. Διαμορφωμερή

κυκλοεξανίο

Εφαρμόζοντας τους ίδιους κανόνες που εφαρμόσαμε για την ανάλυση των διαμορφώσεων του 1,2-διμεθυλοκυκλοεξανίου μπορούμε να αναλύσουμε τη διαμόρφωση κάθε υποκατεστημένου κυκλοεξανίου.

Γενικοί κανόνες:

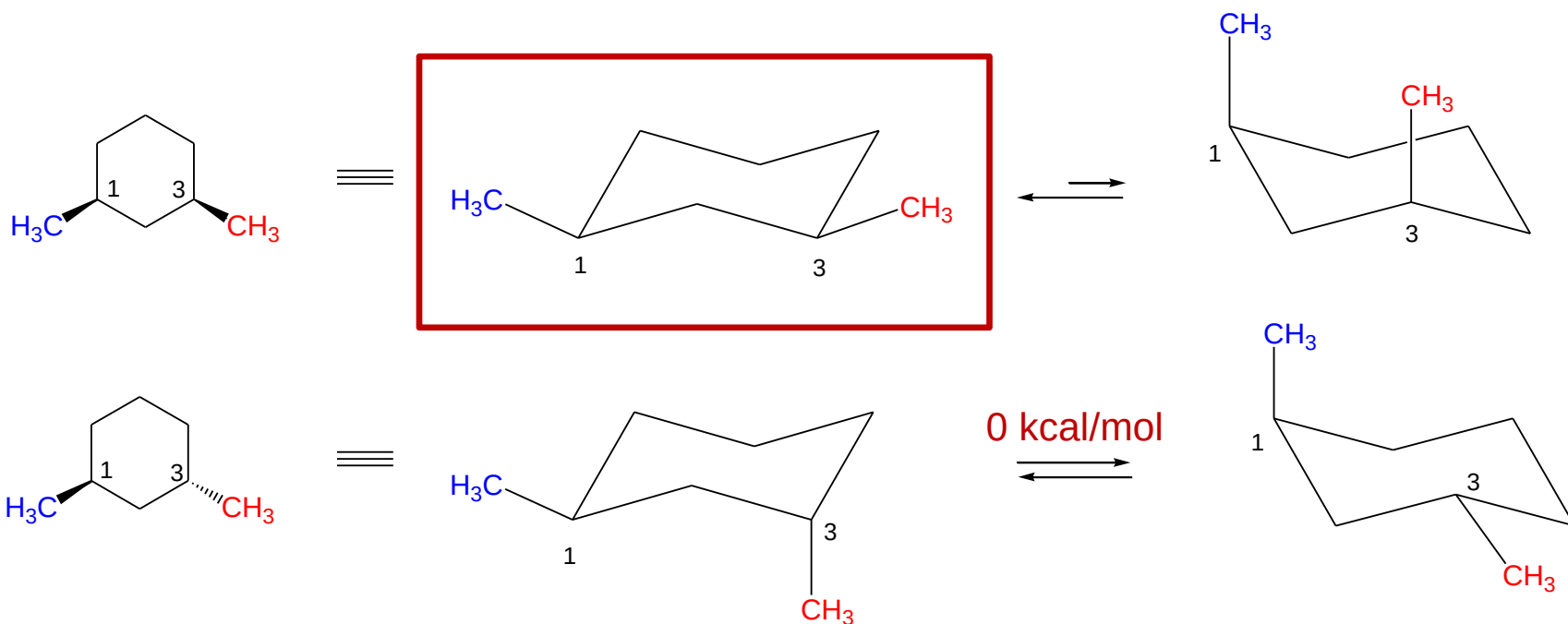
- Οι 1,3-διαξονικές αλληλεπιδράσεις είναι σημαντικές και πρέπει να λαμβάνονται υπόψη.
- Ογκώδεις υποκαταστάτες τείνουν να μετατοπίζουν την ισορροπία προς τη μεριά όπου ο ογκώδης υποκαταστάτης βρίσκεται σε **ισημερινή θέση**.

Κυκλοαλκάνια. Διαμορφωμερή

Παράδειγμα 3.2: Να σχεδιαστεί η μετατροπή στεreoχημικής δομής υποκατεστημένου κυκλοεξανίου σε δομή ανακλίντρου.

(a)

cis-1,3-διμεθυλοκυκλοεξάνιο και *trans*-1,3-διμεθυλοκυκλοεξάνιο



cis: 2 ισημερινοί ή 2 αξονικοί υποκαταστάτες

trans: 1 ισημερινός και 1 αξονικός υποκαταστάτης