

Δομή και Δραστικότητα στην Οργανική Χημεία

Μέρος Α΄

Τμήμα Χημείας Πανεπιστημίου Πατρών

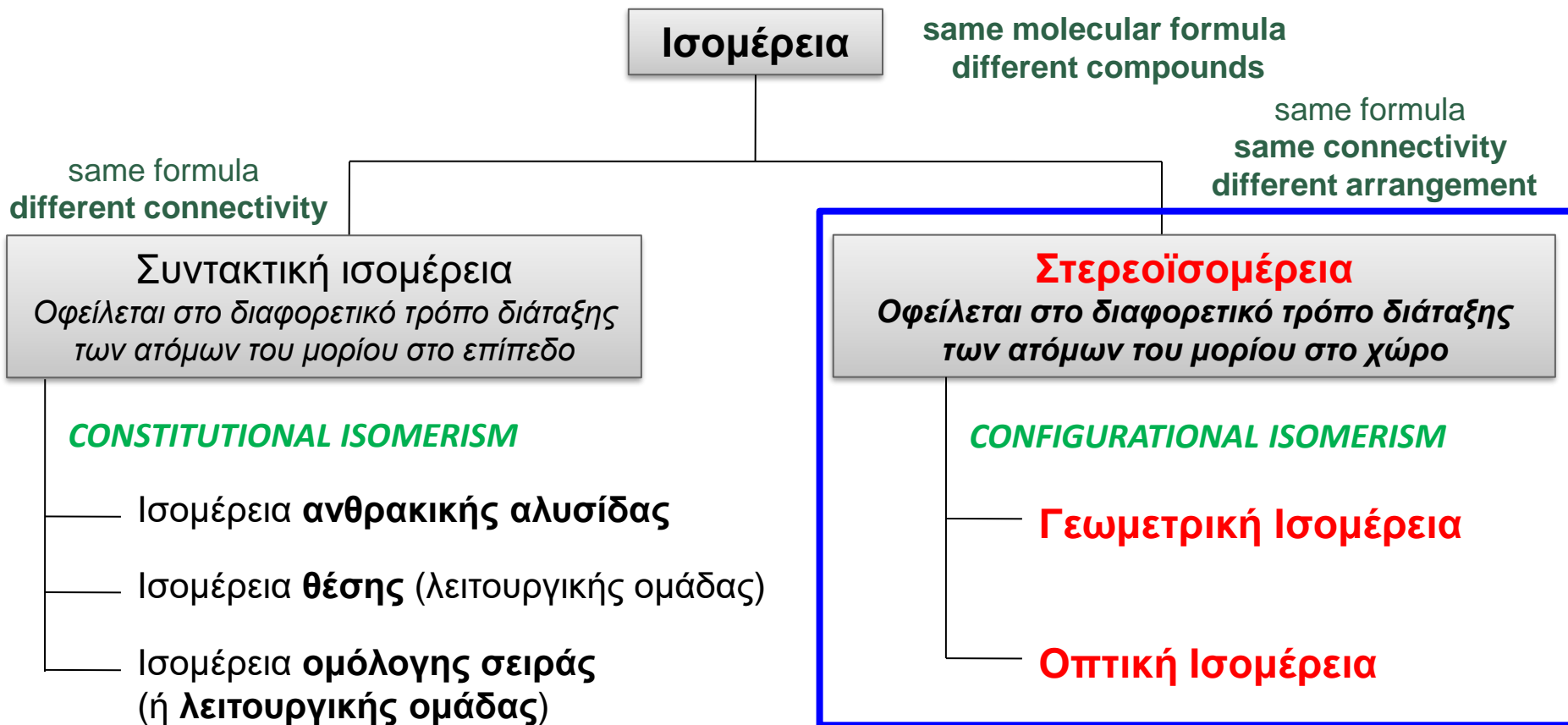
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

Στερεοϊσομέρεια

Στερεοϊσομέρεια

- ◆ Ισομέρεια - Είδη. Στερεοϊσομέρεια
- ◆ Γεωμετρική ισομέρεια: *cis/trans*-διαστερεομερή
 - Κανόνες προτεραιότητας των Cahn-Ingold-Prelog (*CIP rules*): **Z / E**
- ◆ Οπτική ισομέρεια:
 - Εναντιομερή. Διαστερεομερή. *CIP rules*: **R / S**
 - Οπτική ενεργότητα. Ρακεμικό μείγμα. Μεσομορφές
- ◆ Προβολές Fischer

Ισομέρεια. Είδη



Οι στερεοϊσομερείς ενώσεις έχουν ίδιο μοριακό και συντακτικό τύπο, αλλά διαφορετικό στερεοχημικό τύπο.

Ισομέρεια. Είδη

Ισομερή

Συντακτικά
ισομερή

Στερεοϊσομερή

(διαφορετική τρόπο
διάταξης των ατόμων
του μορίου στο χώρο)

Εναντιομερή

ΚΑΤΟΠΤΡΙΚΑ ΕΙΔΩΛΑ
(Μη υπερτιθέμενα)

με **ασύμμετρο/α κέντρο/α**

**Οπτικά
Ισομερή**

R/S

Διαστερομερή

ΜΗ ΚΑΤΟΠΤΡΙΚΑ ΕΙΔΩΛΑ

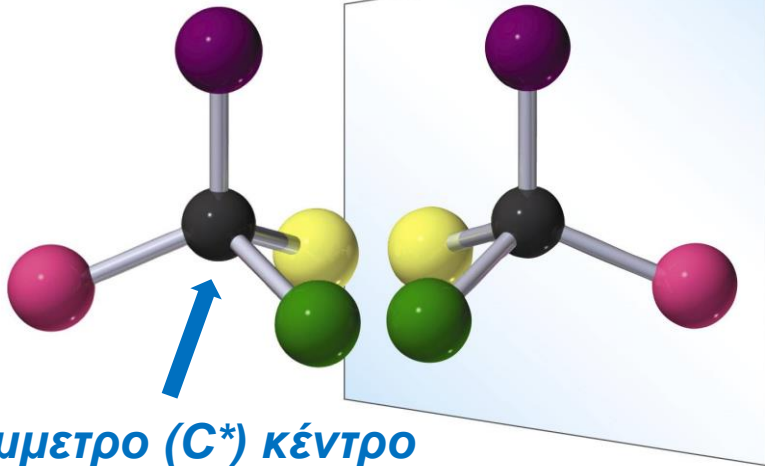
με **ασύμμετρα κέντρα**

δίχως ασύμμετρα κέντρα

**Γεωμετρικά
Ισομερή**

cis/trans; Z/E

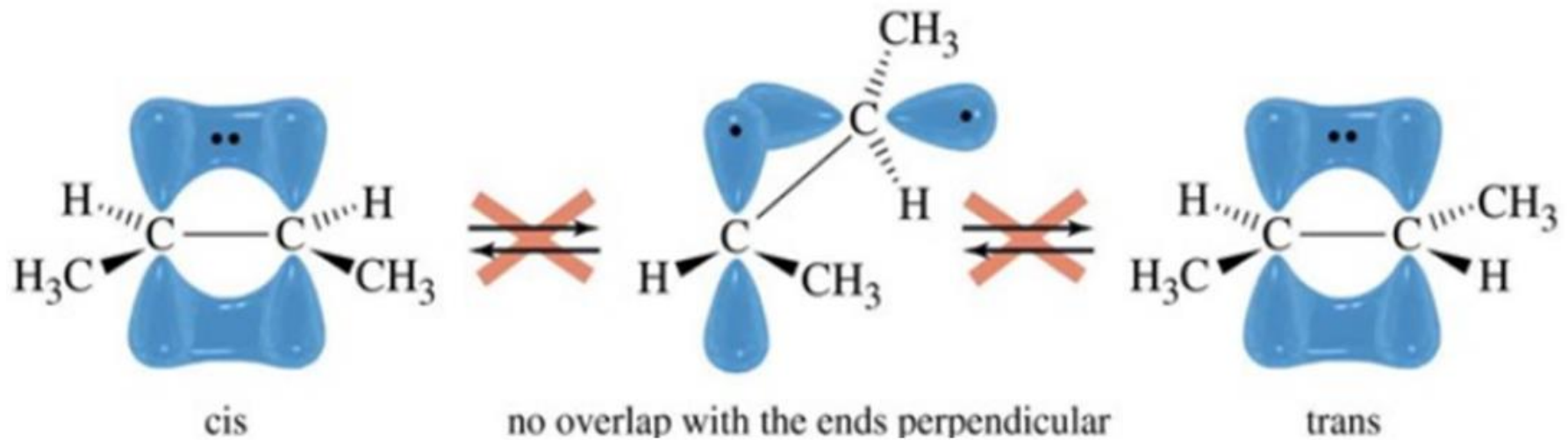
κάτοπτρο



ασύμμετρο (C*) κέντρο

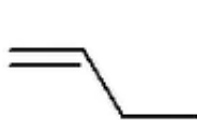
Γεωμετρική ισομέρεια

Η ύπαρξη διπλού δεσμού C=C ή ενός δακτυλίου δεν επιτρέπει την ελεύθερη περιστροφή γύρω από τους δεσμούς C=C (σε αντίθεση με τον απλό δεσμό C-C).

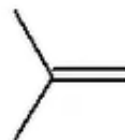


Τα **γεωμετρικά ισομερή** εμφανίζουν διαφορετικές φυσικές ιδιότητες, όπως σημείο τήξης, πυκνότητα, διαλυτότητα στο νερό και πολλές φορές σημαντικές διαφορές στη βιολογική τους δράση. Ως εκ τούτου, μπορούν να απομονωθούν το ένα από το άλλο.

Γεωμετρική ισομέρεια



I






II



III



IV

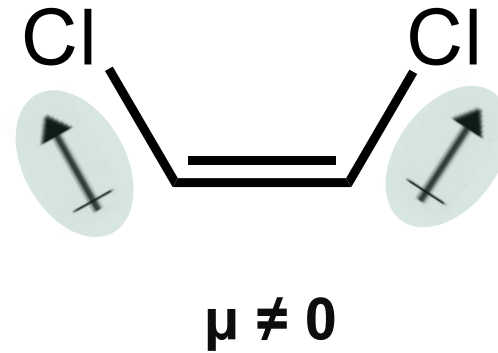
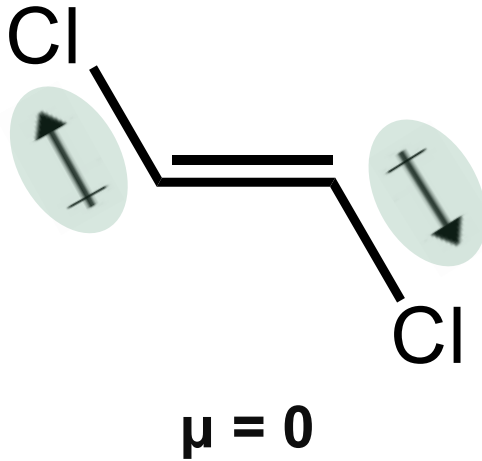
-  I, II και III είναι συντακτικά ισομερή
-  I, II και IV είναι συντακτικά ισομερή
-  III και IV είναι **στερεοϊσομέρη** - Γεωμετρικά ισομερή

Τα **γεωμετρικά ισομερή** εμφανίζουν διαφορετικές φυσικές ιδιότητες, όπως σημείο τήξης, πυκνότητα, διαλυτότητα στο νερό και πολλές φορές σημαντικές διαφορές στη βιολογική τους δράση. Ως εκ τούτου, μπορούν να απομονωθούν το ένα από το άλλο.

Γεωμετρική ισομέρεια

Οι διαφορετικές ιδιότητες οφείλονται συνήθως στη διαφορετική πολικότητα που παρουσιάζει καθένα από τα διαστερομερή.

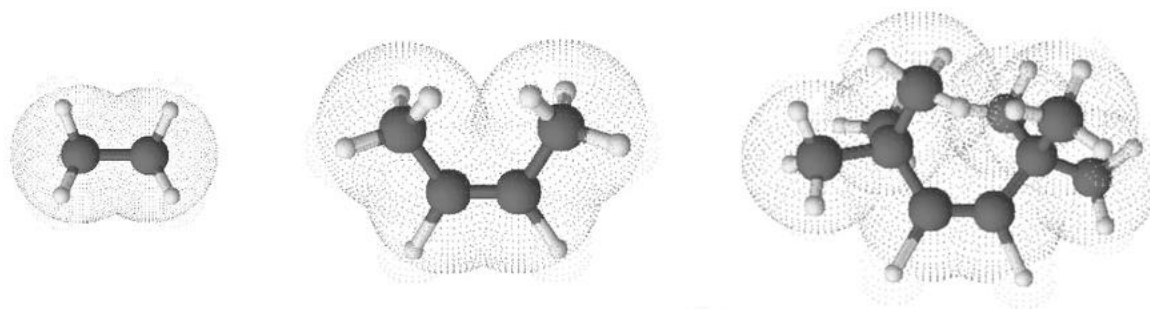
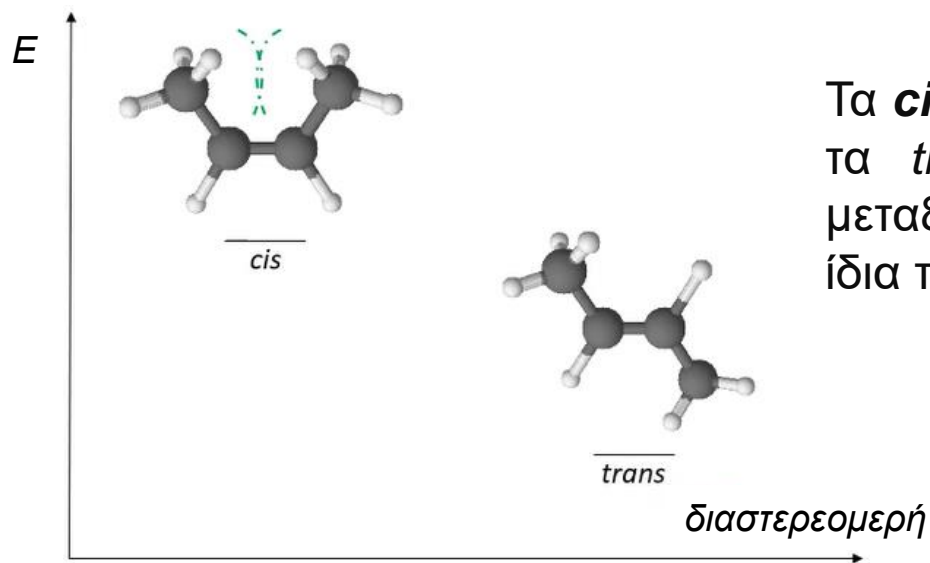
- Το **cis-διαστερομερές** είναι πιο πολικό από το αντίστοιχο *trans-* (“Μοριακή διπολική ροπή”; Ch01).



Τα **γεωμετρικά ισομερή** εμφανίζουν διαφορετικές φυσικές ιδιότητες, όπως σημείο τήξης, πυκνότητα, διαλυτότητα στο νερό και πολλές φορές σημαντικές διαφορές στη βιολογική τους δράση. Ως εκ τούτου, μπορούν να απομονωθούν το ένα από το άλλο.

Γεωμετρική ισομέρεια

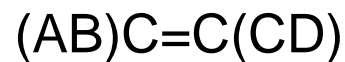
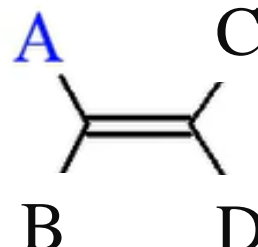
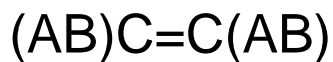
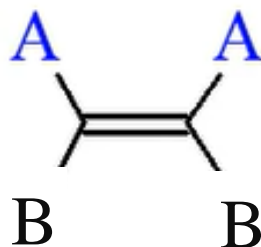
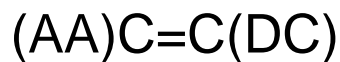
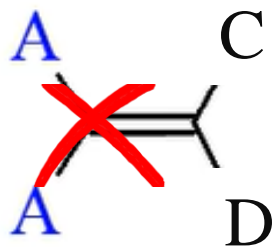
Σταθερότητα αλκενίων-στεreoχημική άπωση



Η στερική παρεμπόδιση εξαρτάται από το μέγεθος (όγκο), όσο μεγαλύτερος είναι ο όγκος του υποκαταστάτη, τόσο μεγαλύτερη είναι η στερική παρεμπόδιση ή στεreoχημική άπωση.

Γεωμετρική ισομέρεια

Εμφανίζεται σε ενώσεις του τύπου $(AB)C=C(AB)$ ή $(AB)C=C(CD)$ και όχι σε ενώσεις του τύπου $(AA)C=C(DC)$

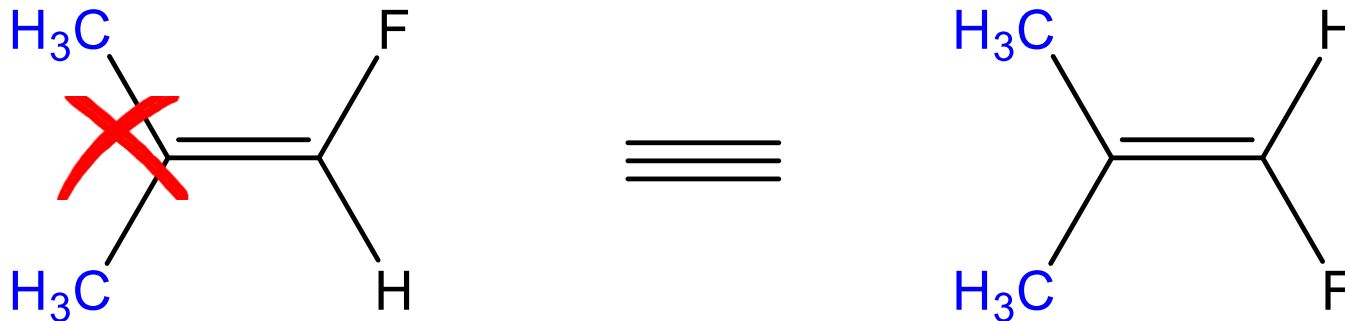


Η στερεοϊσομέρεια στα αλκένια **ΔΕΝ είναι δυνατή** όταν κάποιο από τα άτομα άνθρακα του διπλού δεσμού έχει δύο πανομοιότυπους υποκαταστάτες.

Γεωμετρική ισομέρεια

Εμφανίζεται σε ενώσεις του τύπου $(AB)C=C(AB)$ ή $(AB)C=C(CD)$ και όχι σε ενώσεις του τύπου $(AA)C=C(DC)$

Παράδειγμα ένωσης: $(AA)C=C(DC)$

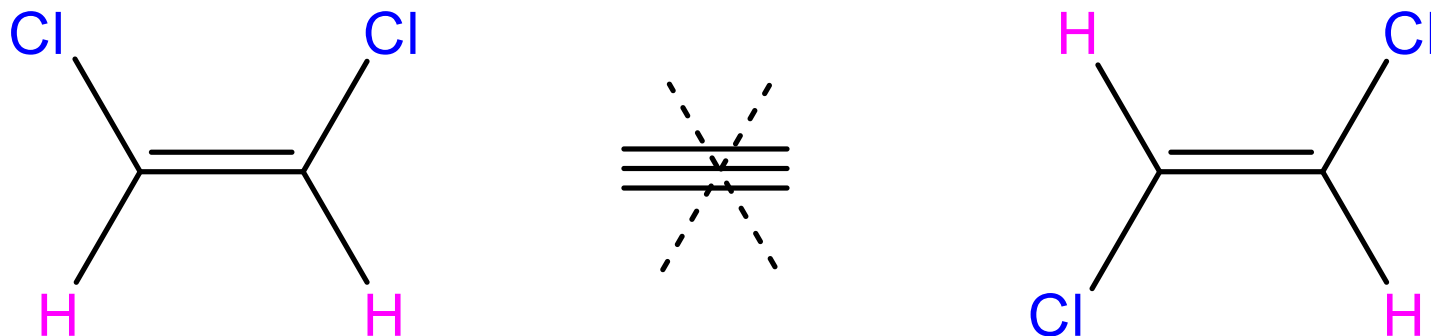


Με ολική περιστροφή του μορίου (δίχως να προηγηθεί διάσπαση του π δεσμού), προκύπτει ότι οι δύο δομές ταυτίζονται

Γεωμετρική ισομέρεια

Εμφανίζεται σε ενώσεις του τύπου $(AB)C=C(AB)$ ή $(AB)C=C(CD)$ και όχι σε ενώσεις του τύπου $(AA)C=C(DC)$

Παράδειγμα ένωσης: $(AB)C=C(AB)$

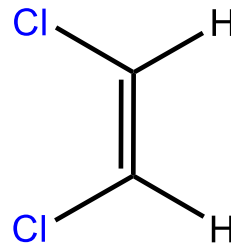
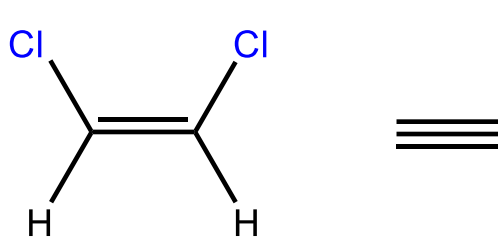


- Όπως και να περιστραφούν τα μόρια (δίχως να γίνει διάσπαση του π δεσμού), οι δύο δομές δεν ταυτίζονται.
- Οι παραπάνω ενώσεις, αφενός δεν ταυτίζονται και επίσης δεν έχουν σχέση ειδώλου αντικειμένου και ονομάζονται **διαστερομερή** ή **διαστεροϊσομερή** (γεωμετρικά ισομερή).

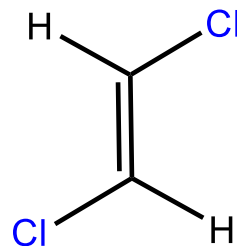
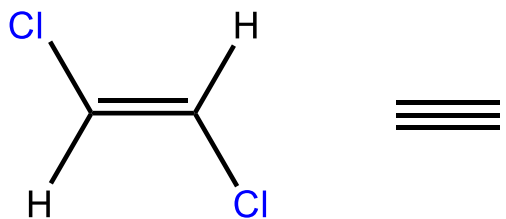
Γεωμετρική ισομέρεια

cis(Z) / trans(E) διαστερομερή

Ονοματολογία κατηγορίας ενώσεων: (AB)C=C(AB)



cis-1,2-διχλωροαιθένιο



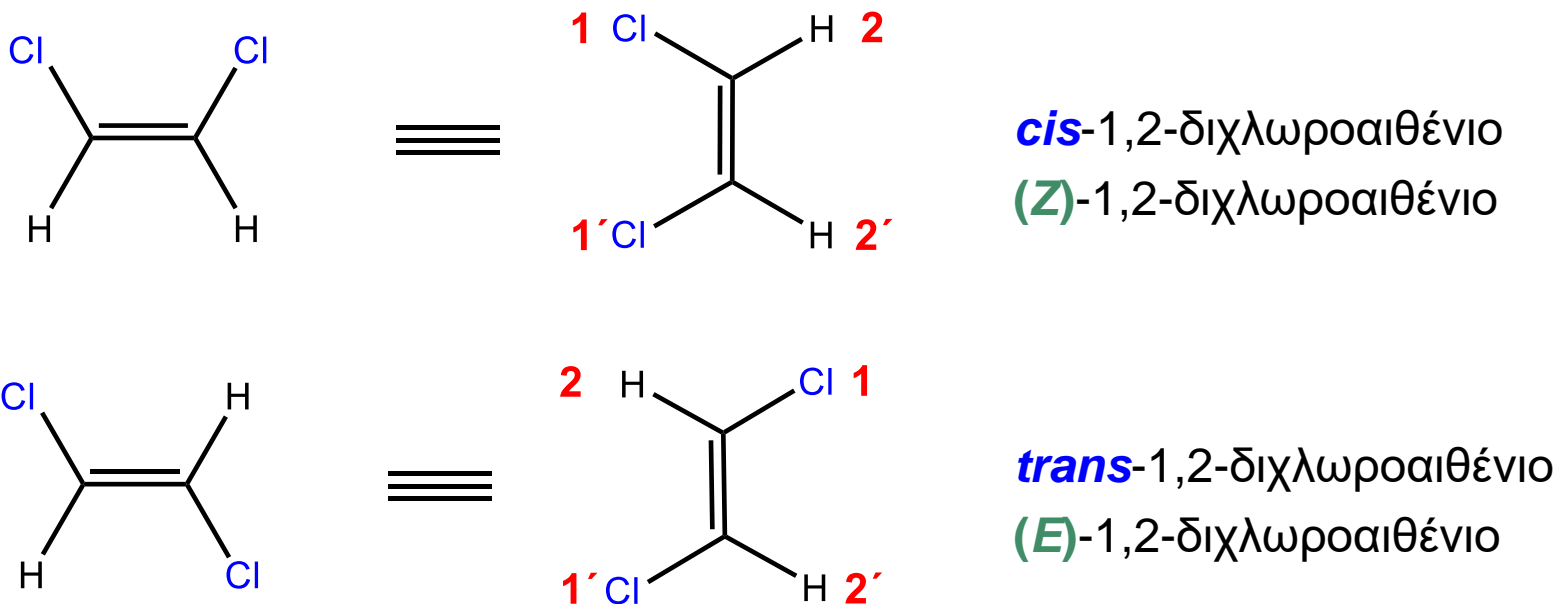
trans-1,2-διχλωροαιθένιο

Γεωμετρική ισομέρεια

cis(Z) / trans(E) διαστερομερή

Για την ονοματολογία των ενώσεων αυτών εφαρμόζονται οι **κανόνες προτεραιότητας των Cahn-Ingold-Prelog** ("CIP priority rules").

Ονοματολογία κατηγορίας ενώσεων: (AB)C=C(AB)



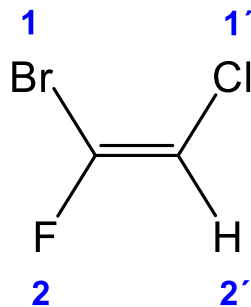
- Εάν οι ομάδες υψηλής προτεραιότητας βρίσκονται **προς την ίδια πλευρά του διπλού δεσμού**, ο C=C ονομάζεται **Z** (zusammen). Διαφορετικά ονομάζεται **E** (entgegen).

Γεωμετρική ισομέρεια

cis(Z) / trans(E) διαστερομερή

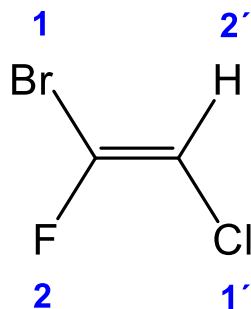
Για την ονοματολογία των ενώσεων αυτών εφαρμόζονται οι **κανόνες προτεραιότητας των Cahn-Ingold-Prelog** ("CIP priority rules").

Ονοματολογία κατηγορίας ενώσεων: (AB)C=C(CD)



Br (z=35), F (z=9)
Cl (z=17), H (z=1)

(Z)-1-βρωμο-2-χλωρο-1-φθοροαιθένιο



(E)-1-βρωμο-2-χλωρο-1-φθοροαιθένιο

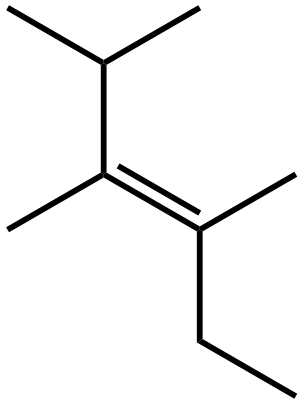
- Στα τρι- και τετραυποκατεστημένα αλκένια, η ονοματολογία **Z/E** συνιστάται για την αποφυγή ασαφειών.

Γεωμετρική ισομέρεια

Για την ονοματολογία των ενώσεων αυτών εφαρμόζονται οι **κανόνες προτεραιότητας των Cahn-Ingold-Prelog** (“*CIP priority rules*”).

- Προσδιορισμός ομάδων υψηλής προτεραιότητας **σε κάθε άκρο του διπλού δεσμού χωριστά.**
- Με βάση το σύστημα αυτό, **δίνεται προτεραιότητα στους υποκαταστάτες με βάση τον ατομικό αριθμό του ατόμου που διασυνδέεται απ’ ευθείας με τον διπλό δεσμό. Οι μεγαλύτεροι ατομικοί αριθμοί προηγούνται.**
- Εάν τα άμεσα διασυνδεδεμένα άτομα στον διπλό δεσμό είναι ίδια, τότε η προτεραιότητα αναζητείται **στο επόμενο κατά σειρά άτομο** (πιο εκτεταμένη ανάλυση και παραδείγματα παρουσιάζονται στην ενότητα της οπτικής ισομέρειας).

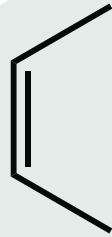
Γεωμετρική ισομέρεια



(*E*)-2,3,4-τριμεθυλοεξ-3-ένιο

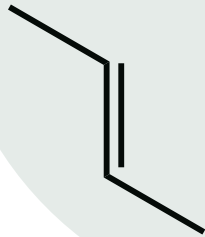


(2*E*,4*E*)-εξ-2,4-διένιο



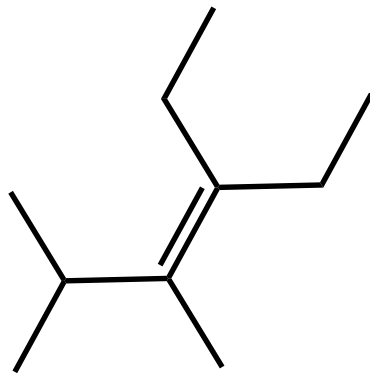
≡

Z

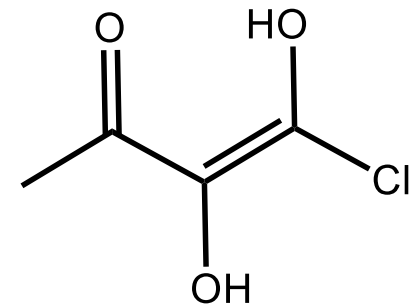


≡

E



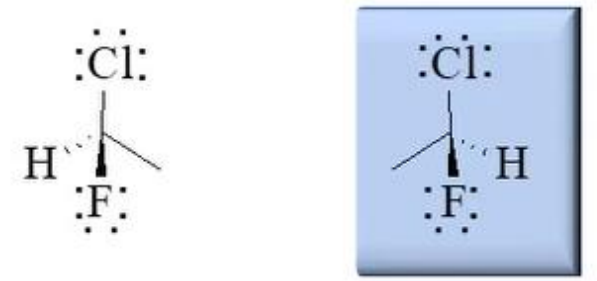
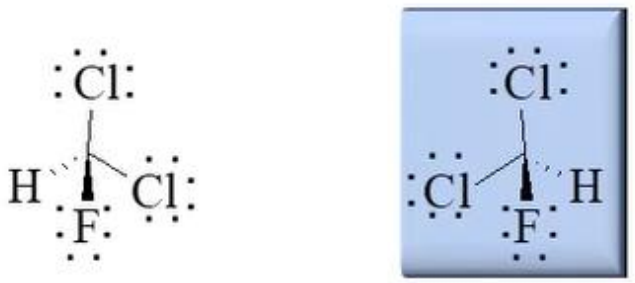
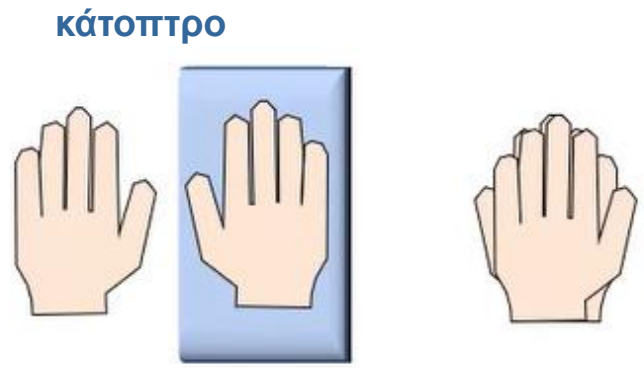
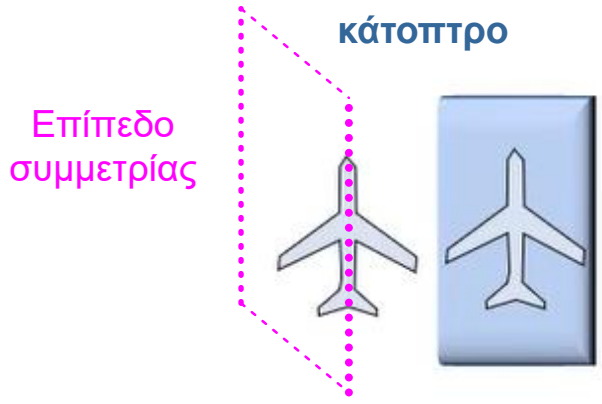
4-αιθυλο-2,3-διμεθυλοεξ-3-ένιο



(*Z*)-4-χλωρο-3,4-διυδροξυβουτ-3-εν-2-όνη

Οπτική ισομέρεια

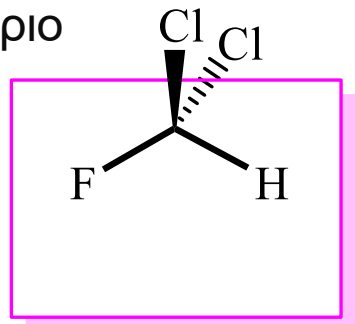
Χειρομορφία



Υπερτιθέμενα κατοπτρικά είδωλα
μη χειρόμορφο μόριο

Μη υπερτιθέμενα κατοπτρικά είδωλα
χειρόμορφο μόριο

Επίπεδο
συμμετρίας



Απουσία
συμμετρίας

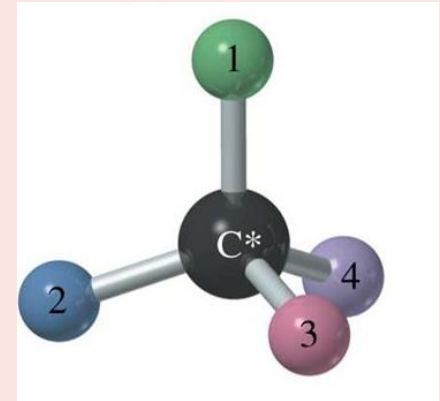
Οπτική ισομέρεια

Χειρομορφία

- Η χειρομορφία εμφανίζεται σε οργανικές ενώσεις που έχουν ένα τουλάχιστον **χειρόμορφο** (IUPAC) ή **ασύμμετρο** άτομο άνθρακα.

- **Χειρόμορφο άνθρακα (C*)** είναι ένας τετραεδρικός άνθρακας (sp^3) που είναι ενωμένο με τέσσερις διαφορετικούς υποκαταστάτες.

Άλλες ονομασίες: στερεογονικό άνθρακα, ασύμμετρο κέντρο, χειρόμορφο κέντρο, στερεογονικό κέντρο.



- Οι ενώσεις που παρουσιάζουν **οπτική ισομέρεια** ονομάζονται και **οπτικοί αντίποδες** ή **εναντιομερή** ή και **εναντιοστεροϊσομερή**.

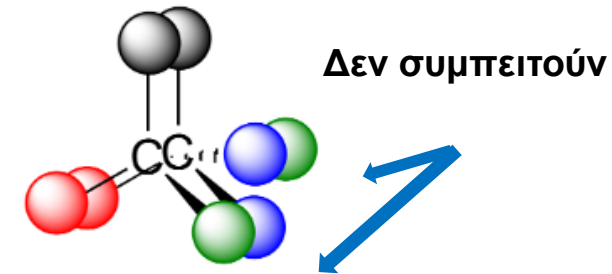
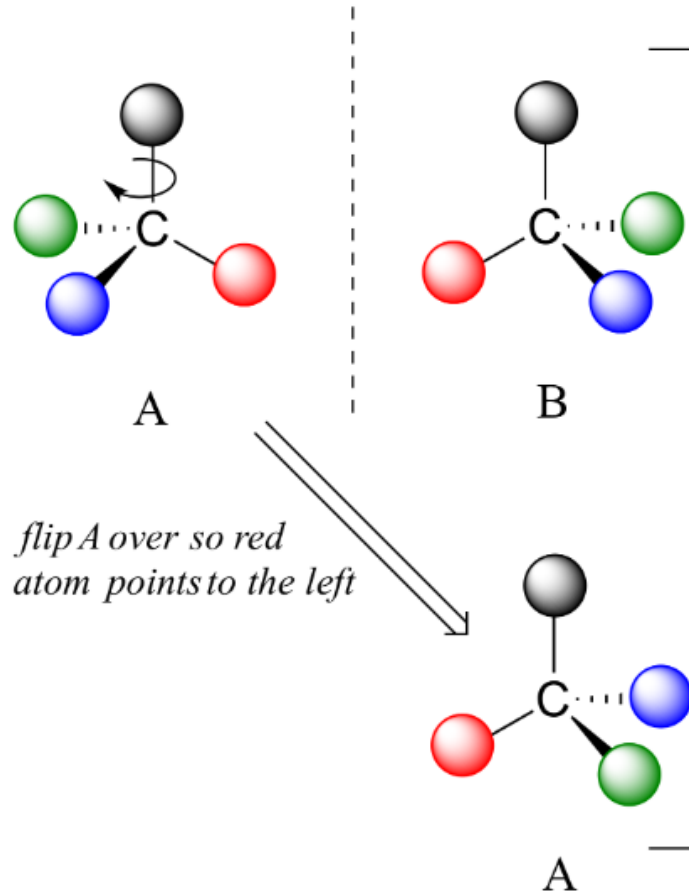
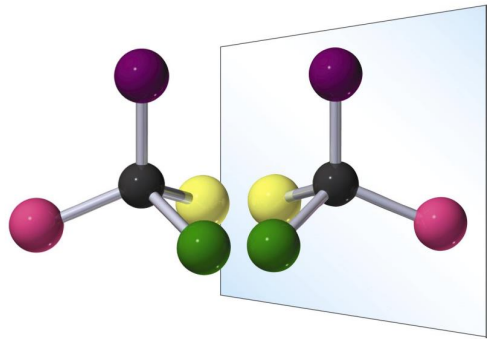
«Η χειρομορφία είναι μια ιδιότητα που αφορά ολόκληρο το μόριο, ενώ το ασύμμετρο κέντρο αποτελεί το αίτιο της χειρομορφίας».

Οπτική ισομέρεια

Εναντιομερή

Χειρομορφία

Εμφανίζονται σε **ΖΕΥΓΗ** και το ένα αποτελεί είδωλο του άλλου, δεν υπερτίθενται.



*A and B cannot be superimposed: they are **not** the same molecule!*

Αν συμπέσουν δύο ομάδες τότε οι άλλες δύο ομάδες δε θα συμπέσουν.

«Ένα μόριο μπορεί να έχει ένα και μόνο εναντιομερές»

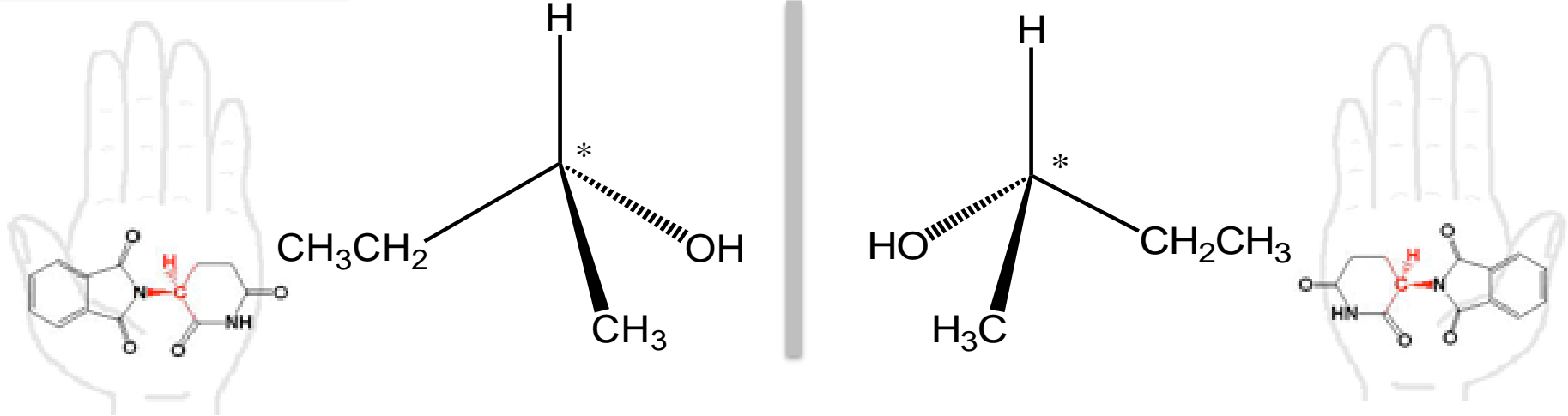
(Οποιοδήποτε αντικείμενο μπορεί να έχει μόνο μια κατοπτρική εικόνα)

Οπτική ισομέρεια

Εναντιομερή

κάτοπτρο

Χειρομορφία



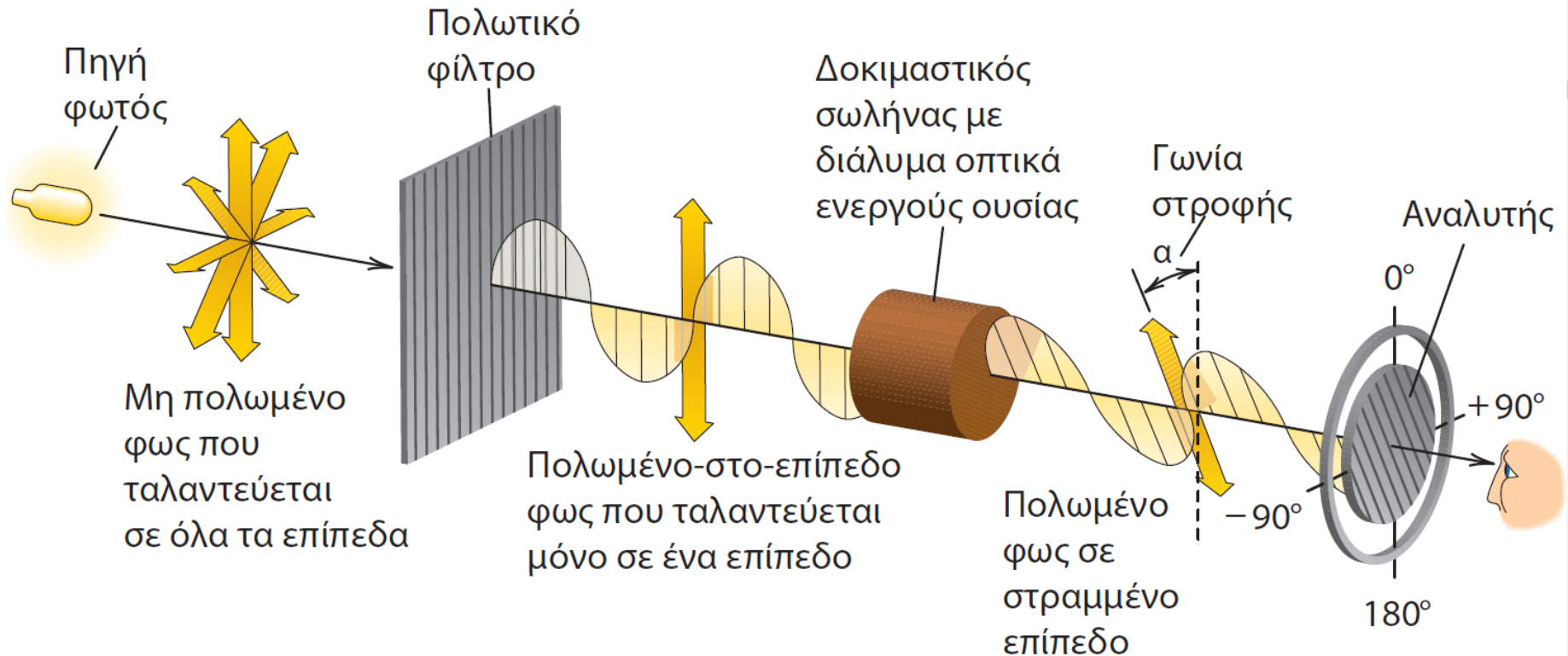
- Τα εναντιομερή (ενάντιο και μέρος, δηλαδή «αντίθετο») σχετίζονται μεταξύ τους όπως το δεξιό χέρι σχετίζεται με το αριστερό.
- Έχουν σχέση αντικειμένου - ειδώλου ως προς επίπεδο κάτοπτρο και επομένως **δεν ταυτίζονται** όταν ο ένας εναποτεθεί πάνω στον άλλο.
- Το **ισομοριακό μίγμα** (σε αναλογία 50:50) αυτών των δύο εναντιομερών ζευγών ονομάζεται **ρακεμικό μίγμα**.
- Παρουσιάζουν **ταυτόσημες φυσικές ιδιότητες** (σε μη χειρόμορφο περιβάλλον). Διαφέρουν μόνο στην **στροφική ικανότητα** τους.

Οπτική ισομέρεια

Εναντιομερή

Χειρομορφία

«Χειρόμορφη Αναγνώριση» από πολωσίμετρο.



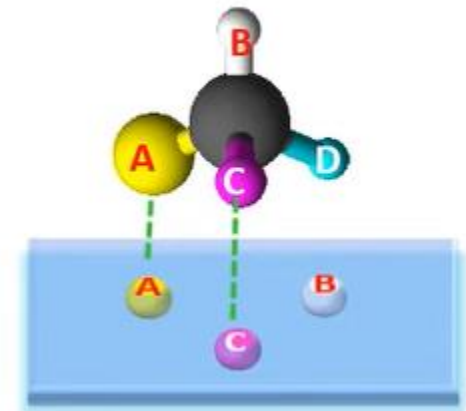
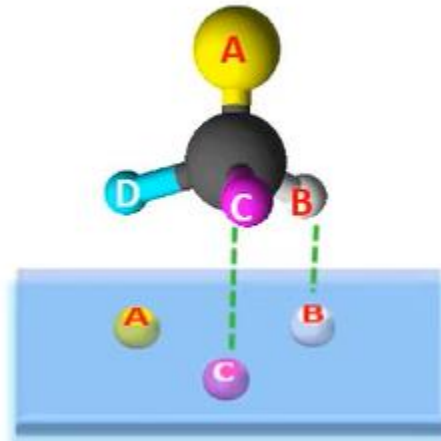
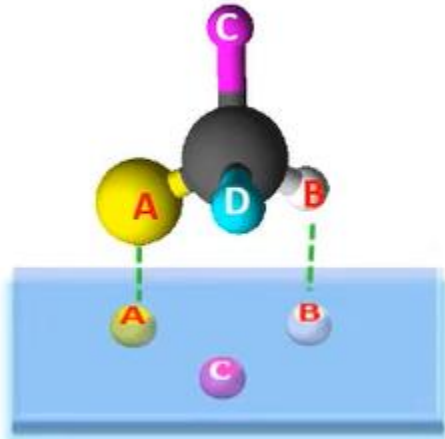
Τα **εναντιομερή** θα στρέφουν το επίπεδο του πολωμένου φωτός κατά ίσες μοίρες, αλλά προς αντίθετες κατευθύνσεις (**οπτική ενεργότητα** ή **στροφική ικανότητα**), και αποτελεί **η μόνη φυσική ιδιότητα που τους ξεχωρίζει**.

Οπτική ισομέρεια

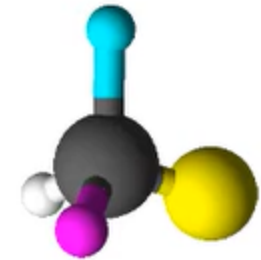
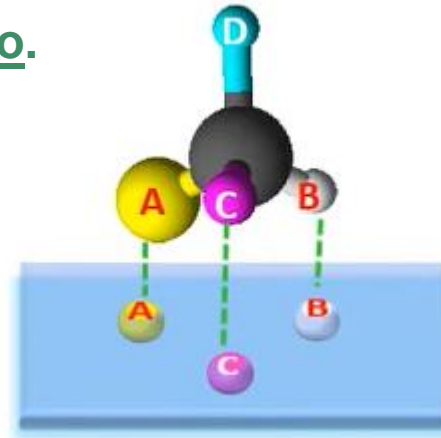
Εναντιομερή

«Χειρόμορφη Αναγνώριση» από ένα ένζυμο.
(χειρόμορφο περιβάλλον)

- Αν ταιριάζουν τα σημεία χειρόμορφης αναγνώρισης και των δύο, το ένζυμο μπορεί να ενεργοποιηθεί.



Χειρομορφία



Τα σημαντικότερα από βιολογική άποψη μόρια είναι χειρόμορφα.

Οπτική ισομέρεια

Εναντιομερή

Birth of Pharmacovigilance

Χειρομορφία

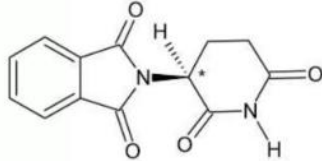
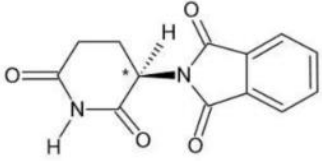
The Thalidomide Tragedy



In the 1950's pregnant women were being prescribed a sedative drug called Thalidomide to relieve pregnancy nausea. In 1961 Thalidomide was taken off the market after experts estimated that the drug led to the death of 2,000 children and caused serious birth defects in more than 10,000. Dr William McBride was among the first doctors to raise concerns about Thalidomide after he delivered several babies with birth defects. Dr McBride was hailed as a hero by the public but as time went on he and his supporters believed drug companies were trying to discredit him, silence him & even claimed they were monitoring his phone calls.

ifunny.co

Importance of enantiomers

(-)(S)-thalidomide	(+)(R)-thalidomide
	
Effective sedative	Teratogenic

The thalidomide tragedy forced drug companies to reconsider enantiomers as separate molecules rather than just different forms of the same drug.

- FDA recently recommends the assessments of each enantiomer activity for racemic drugs in body and promotes the development of new chiral drugs as single enantiomers.

«Η γέννηση της Φαρμακοεπαγρύπνησης»

Οπτική Ισομέρεια

No Limits: The Thalidomide Saga

Oscar-winning documentary filmmaker John Zaritsky returns to the story that has fascinated and compelled him for years - thalidomide and its effect on the survivors of "*the worst drug disaster in history*". In this, his third film on the subject, he reconnects with some of the thalidomide victims he originally profiled when they were young, and introduces us to some new people who have been active in the fight for justice. He also highlights some recently released information about German pharmaceutical giant Grünenthal, who aggressively marketed the drug, and are now selling it again under a different usage, but still with no compensation for those who's lives they affected so deeply. The indefatigable spirit of the extraordinary thalidomide victims is cast against the callousness disregard of the drug's manufacturers in a film that lays out the story from its beginnings in the late 50s to the current state of affairs in the present day.

<https://www.youtube.com/watch?v=G0b38vpruFo>



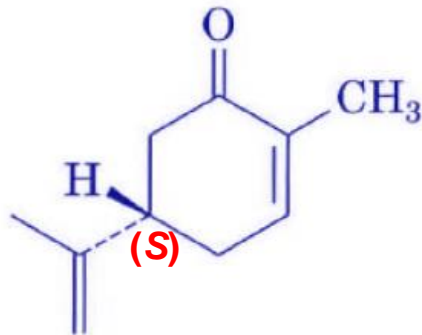
FROM ACADEMY AWARD WINNING DIRECTOR JOHN ZARITSKY
NO LIMITS
History's greatest drug scandal

Οπτική ισομέρεια

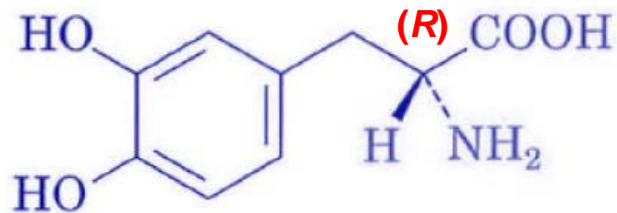
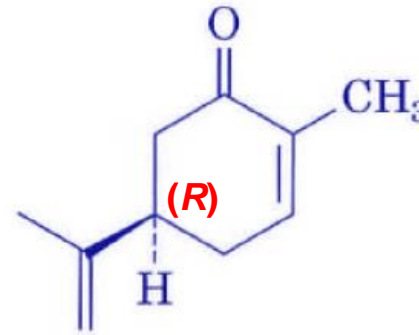
Εναντιομερή

Χειρομορφία

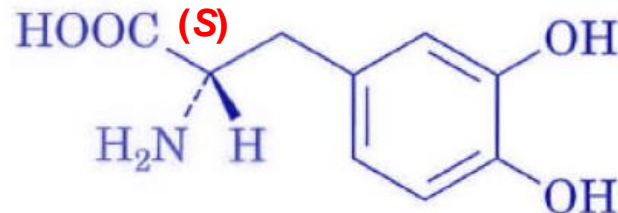
(+)-Καρβόνη
(στους σπόρους
του αγριοκύμινου)



(-)-Καρβόνη
(στο εκχύλισμα
του δυόσμου)



D-Dopa
(καμιά βιολογική δράση)



L-Dopa
(φαρμακευτική δράση κατά της νόσου
του Parkinson)

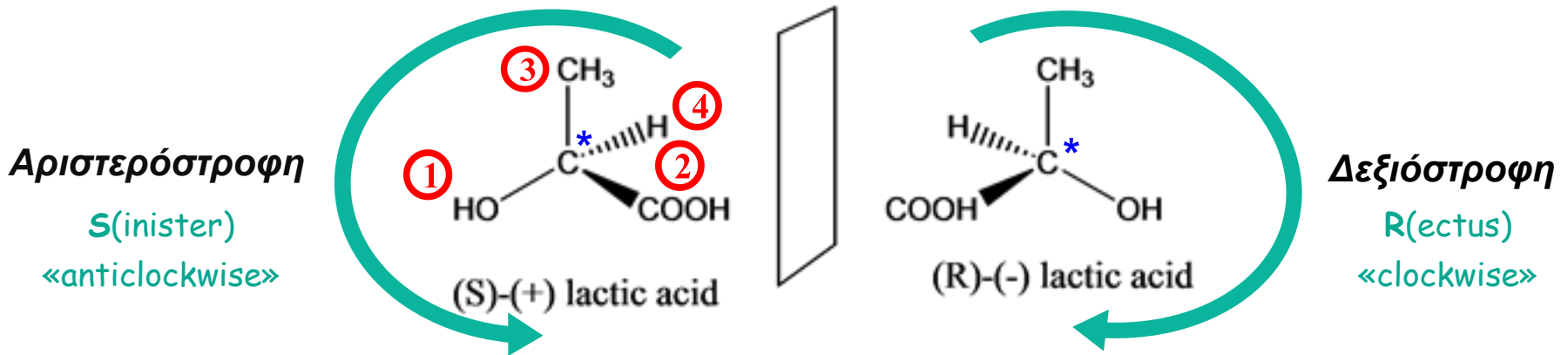
Οπτική ισομέρεια

Εναντιομερή

ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ – ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΕΝΑΝΤΙΟΜΕΡΩΝ ΕΝΩΣΕΩΝ

Πώς καθορίζεται η στερεοδιάταξη?

1. ΚΑΤΑΤΑΞΗ ΤΩΝ ΤΕΣΣΑΡΩΝ ΥΠΟΚΑΤΑΣΤΑΤΩΝ ΚΑΤΑ ΣΕΙΡΑ ΠΡΟΤΕΡΑΙΟΤΗΤΑΣ βάση των **κανόνων προτεραιότητας των Cahn-Ingold-Prelog**.
2. Ο ΥΠΟΚΑΤΑΣΤΑΤΗΣ ΜΕ ΠΡΟΤΕΡΑΙΟΤΗΤΑ 4 ΝΑ ΒΡΙΣΚΕΤΑΙ ΠΡΟΣ ΤΑ ΠΙΣΩ ΤΟΥ ΕΠΙΠΕΔΟΥ (όπως ισχύει στα παρακάτω παραδείγματα). Σε αντίθετη περίπτωση εφαρμόζονται διάφορες μεθοδολογίες, που αναλύονται παρακάτω.



Αναφερόμαστε σε **(R)** και **(S)** ασύμμετρα άτομα άνθρακα, ανάλογα με την κατεύθυνση (δεξιόστροφη ή αριστερόστροφη) των τριών υποκαταστατών.

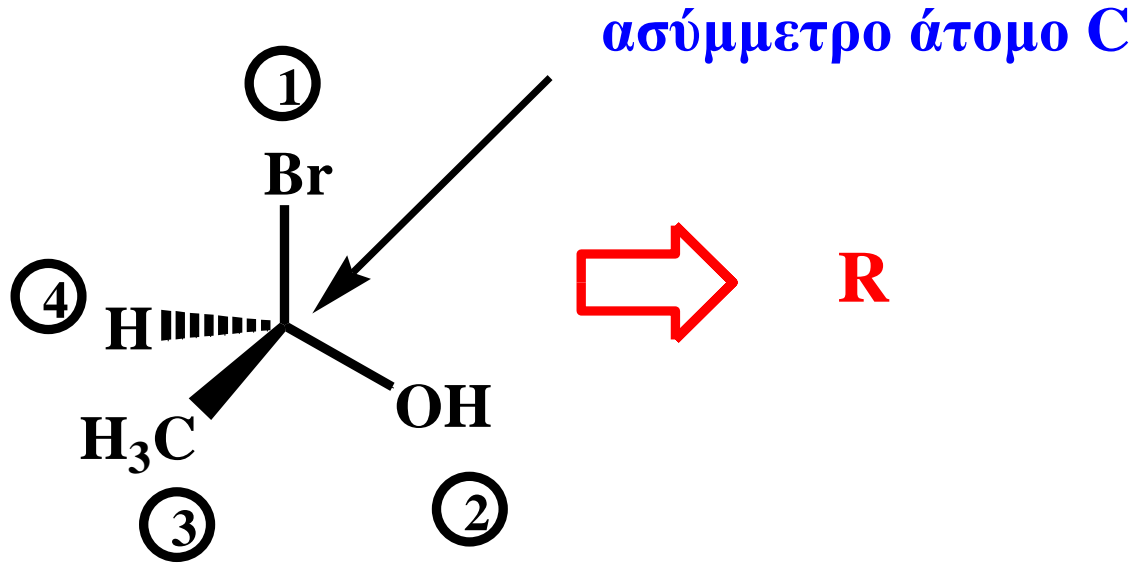
Οπτική Ισομέρεια

Εναντιομερή

ΑΝΑΛΥΣΗ ΚΑΝΟΝΩΝ ΕΥΡΕΣΗΣ ΣΤΕΡΕΟΧΗΜΙΚΩΝ
ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΕΩΝ - ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ

A. Η απόλυτη σειρά προτεραιότητας κάθε υποκαταστάτη καθορίζεται από τον ΑΤΟΜΙΚΟ ΤΟΥ ΑΡΙΘΜΟ (z), ΠΟΥ ΕΙΝΑΙ ΣΥΝΔΕΔΕΜΕΝΟΣ ΜΕ ΤΟΝ ΑΣΥΜΜΕΤΡΟ ΑΝΘΡΑΚΑ.

π.χ.



Br ($z=35$), O ($z=8$), C ($z=6$), H ($z=1$)

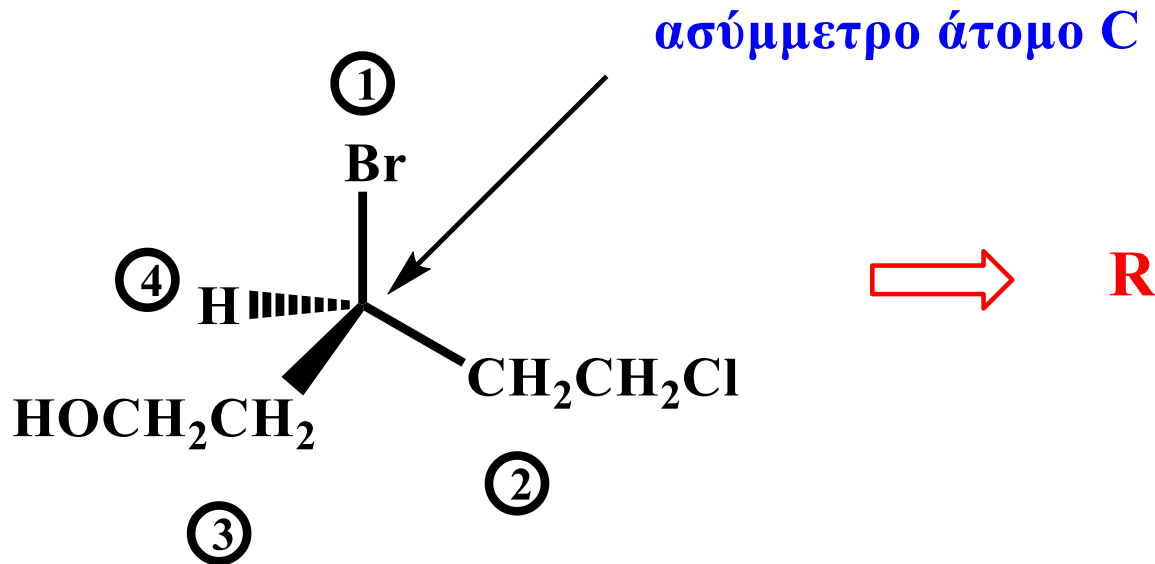
Οπτική Ισομέρεια

Εναντιομερή

ΑΝΑΛΥΣΗ ΚΑΝΟΝΩΝ ΕΥΡΕΣΗΣ ΣΤΕΡΕΟΧΗΜΙΚΩΝ
ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΕΩΝ - ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ

Β. Εάν δύο υποκαταστάτες έχουν δεσμό με τον ασύμμετρο άνθρακα μέσω παρόμοιων ατόμων, τότε εξετάζουμε τους υποκαταστάτες του επόμενου ατόμου.

π.χ.



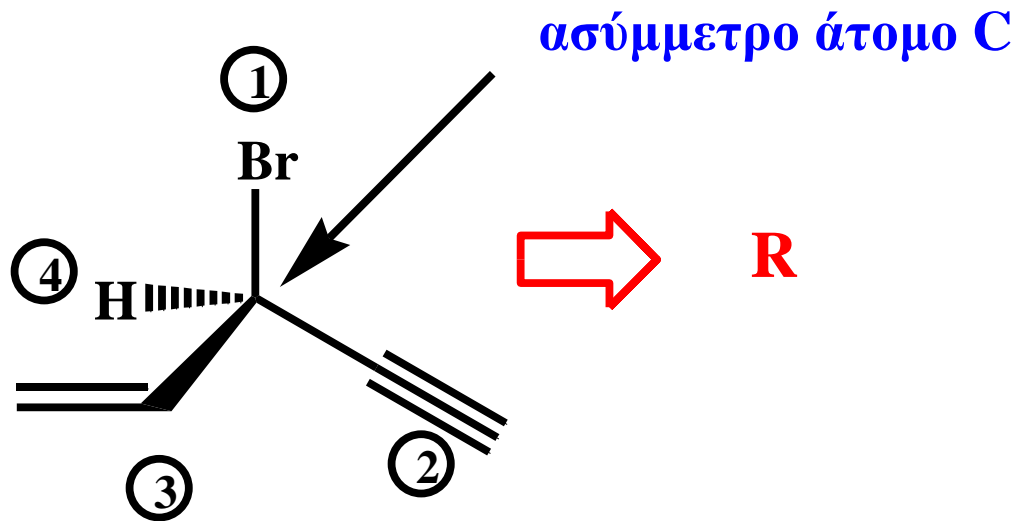
Br (z=35), Cl (z=17), O (z=8), C (z=6), H (z=1)

Οπτική ισομέρεια

Εναντιομερή

ΑΝΑΛΥΣΗ ΚΑΝΟΝΩΝ ΕΥΡΕΣΗΣ ΣΤΕΡΕΟΧΗΜΙΚΩΝ
ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΕΩΝ - ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ

Γ. Σε περίπτωση που υπάρχει τριπλός δεσμός αυτός προηγείται του διπλού, ενώ ο διπλός δεσμός προηγείται του απλού δεσμού, π.χ.

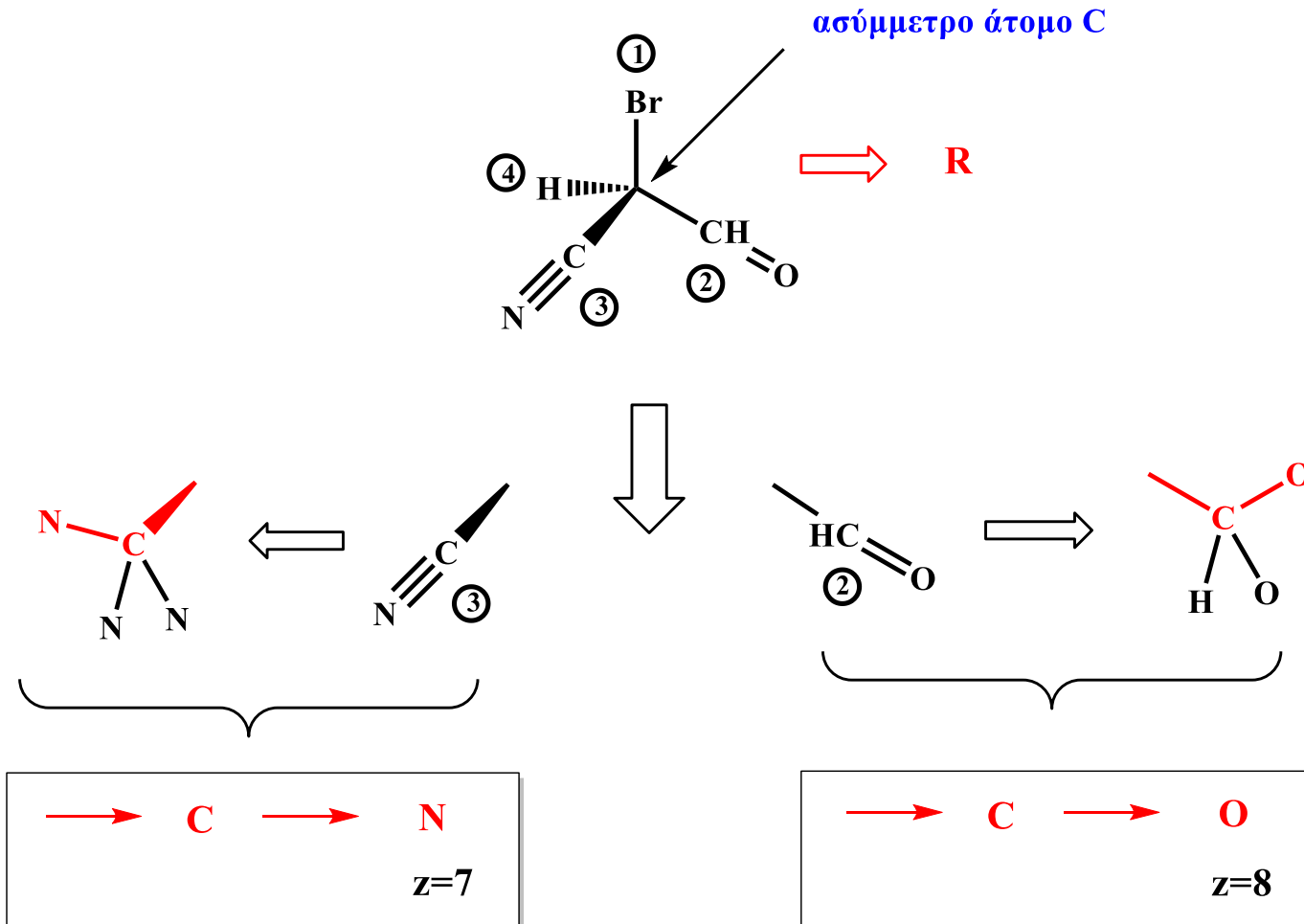


Οπτική ισομέρεια

Εναντιομερή

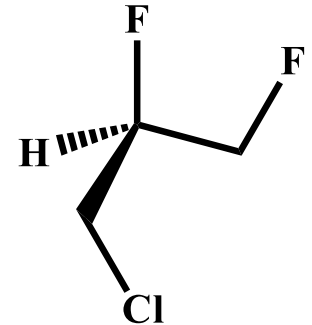
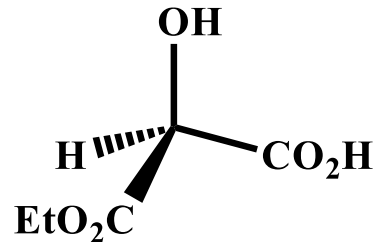
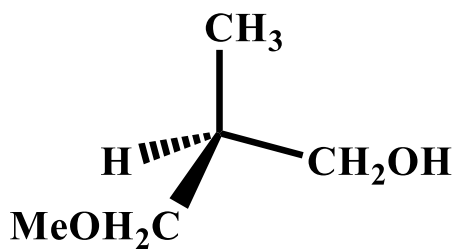
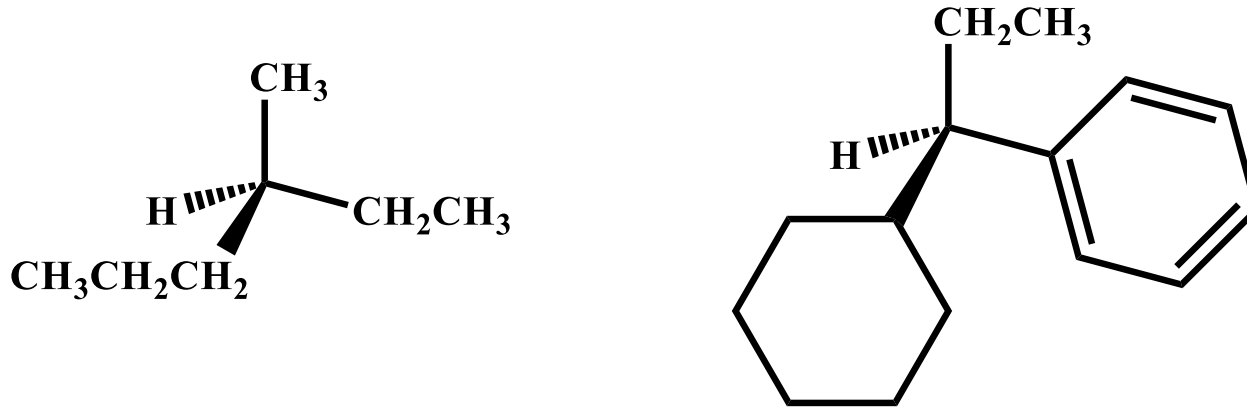
ΑΝΑΛΥΣΗ ΚΑΝΟΝΩΝ ΕΥΡΕΣΗΣ ΣΤΕΡΕΟΧΗΜΙΚΩΝ
ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΕΩΝ - ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ

Εάν ο πολλαπλός δεσμός είναι ετεροάτομο, τότε θεωρούμε ότι ο συγκεκριμένος άνθρακας είναι συνδεδεμένος με αντίστοιχο αριθμό ετεροατόμων. π.χ.



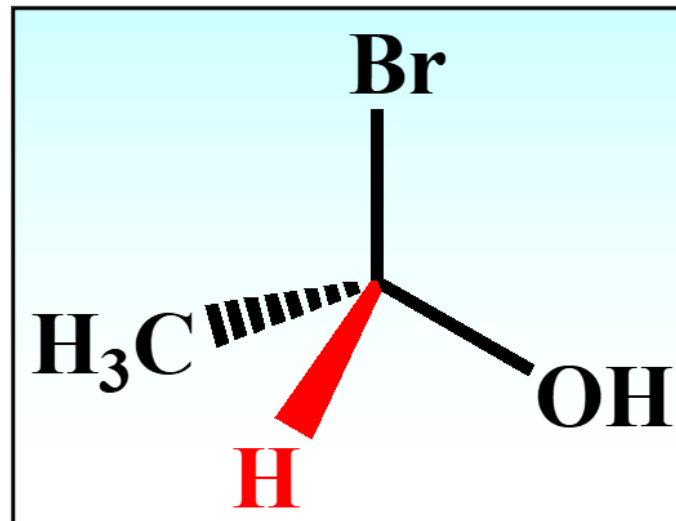
Οπτική ισομέρεια

Άσκηση 4.1: Προσδιορίστε τη στερεοχημική διάταξη των παρακάτω ενώσεων με βάση τους παραπάνω κανόνες.



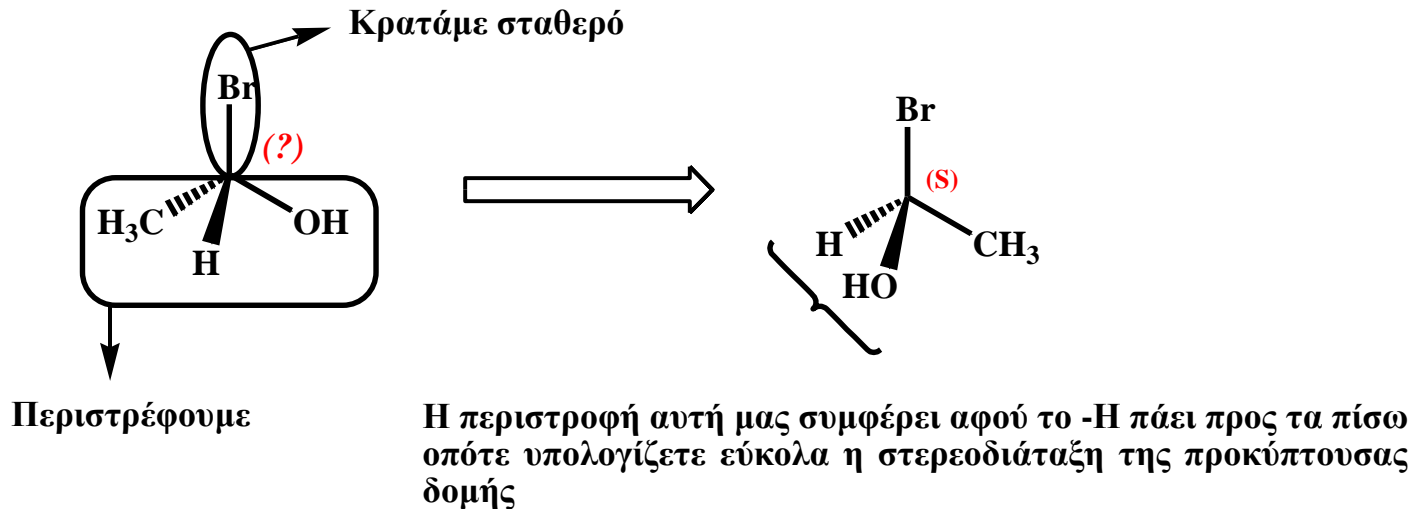
Οπτική ισομέρεια

Όταν ο υποκαταστάτης με προτεραιότητα 4
δεν είναι προς τα πίσω του επιπέδου



Οπτική Ισομέρεια

Μέθοδος 1. Κρατάμε σταθερό τον ένα υποκαταστάτη και **περιστρέφουμε** το υπόλοιπο μόριο.



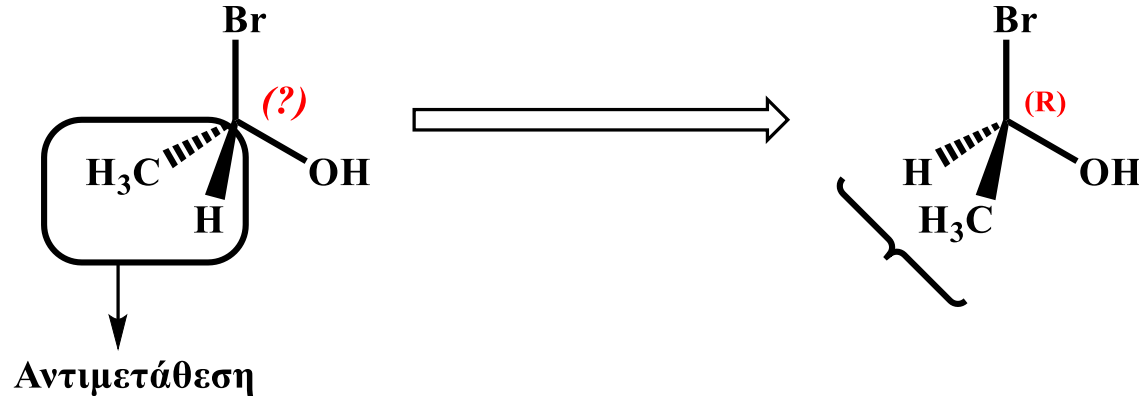
Η υπολογιζόμενη στερεοδιάταξη ταυτίζεται με την αρχική
(αφού δεν έκανα τίποτα άλλο στο μόριο παρά να το περιστρέψω)

Η ζητούμενη στερεοδιάταξη είναι **S**

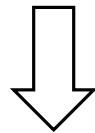
Όταν ο υποκαταστάτης με προτεραιότητα 4 δεν είναι προς τα πίσω του επιπέδου

Οπτική ισομέρεια

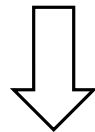
Μέθοδος 2. Κάνουμε μία μόνο αντιμετάθεση μεταξύ δύο υποκαταστατών



Η αντιμετάθεση μεταξύ των δύο αυτών υποκαταστατών συμφέρει αφού το -H πάει προς τα πίσω οπότε υπολογίζουμε απλά τη στερεοδιάταξη της προκύπτουσας δομής



Δεδομένου ότι έκανα ανταλλαγή θέσης δύο ομάδων, η υπολογιζόμενη στερεοδιάταξη είναι διαφορετική και μάλιστα αντίθετη της αρχικής

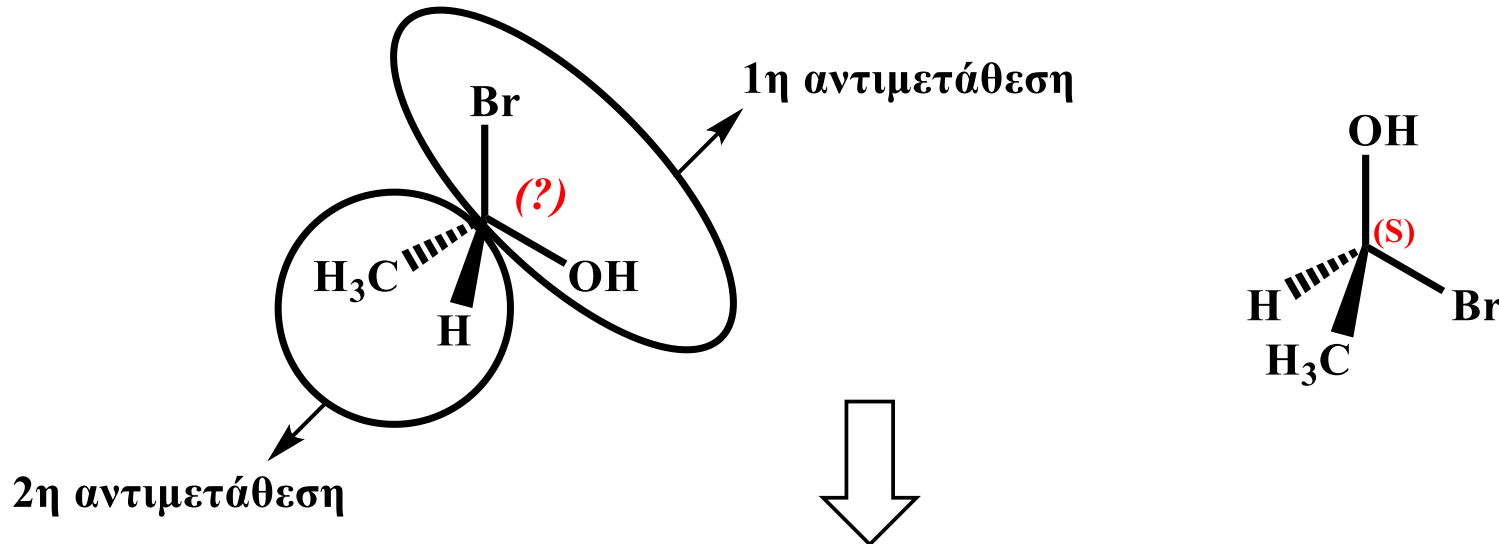


Η ζητούμενη στερεοδιάταξη είναι *S*

Όταν ο υποκαταστάτης με προτεραιότητα 4 δεν είναι προς τα πίσω του επιπέδου

Οπτική ισομέρεια

Μέθοδος 3. Κάνουμε συγχρόνως δύο αντιμεταθέσεις μεταξύ δύο ζευγών υποκαταστατών



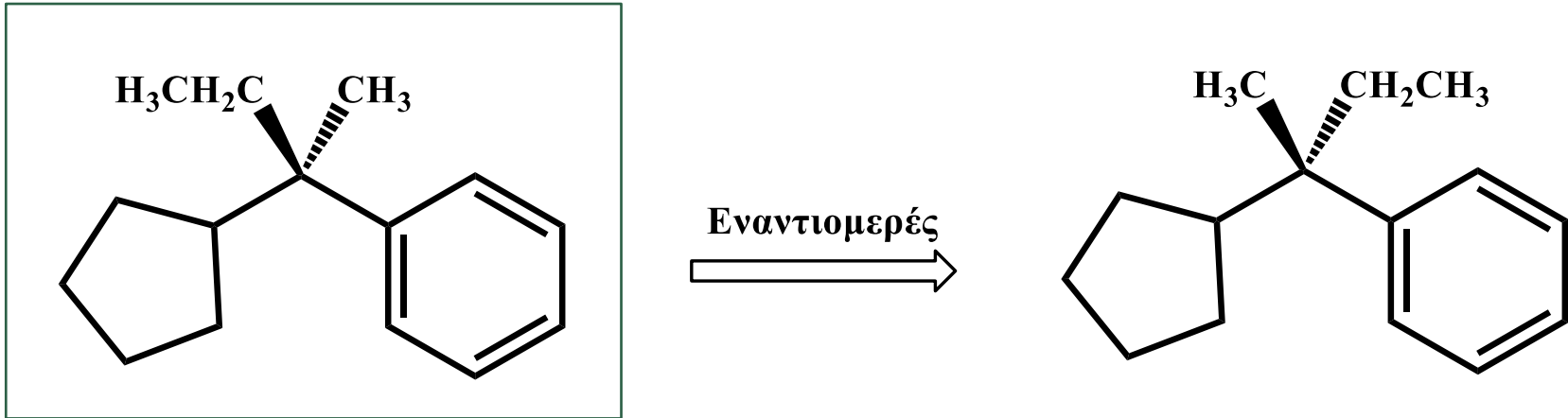
Η υπολογιζόμενη στερεοδιάταξη είναι ίδια της αρχικής (αλλάζοντας δύο υποκαταστάτες, είναι σαν να έχω κάνει απλή περιστροφή του μορίου)

Η ζητούμενη στερεοδιάταξη είναι S

Όταν ο υποκαταστάτης με προτεραιότητα 4 δεν είναι προς τα πίσω του επιπέδου

Οπτική ισομέρεια

Παράδειγμα 4.1: Σχεδιάστε το εναντιομερές της παρακάτω ένωσης.



Σκέψη

Εφόσον η άσκηση δεν ζητάει την στερεοδιάταξη δεν χρειάζεται να την υπολογίσω.

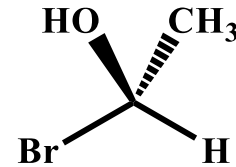
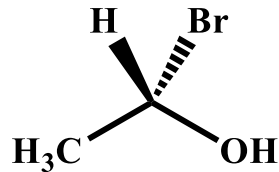
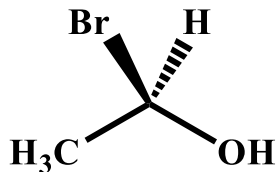
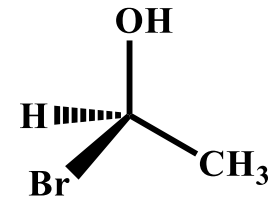
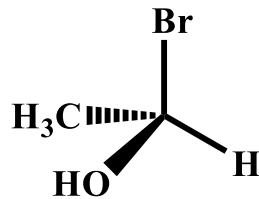
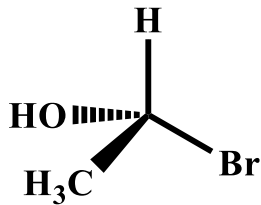
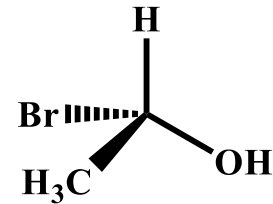
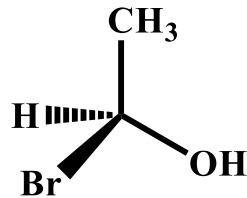
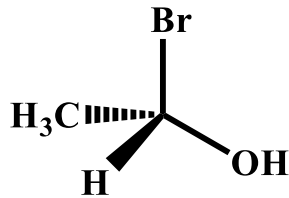
α) Βεβαιώνω ότι οι 4 υποκαταστάτες είναι διαφορετικοί.

β) Σχεδιάζω το εναντιομερές με απλή αντιμετάθεση δύο υποκαταστατών.

Συνεπώς όσο πολύπλοκη και να είναι η δομή το εναντιομερές της μπορεί να προκύψει με απλή αντιμετάθεση δύο υποκαταστατών.

Οπτική ισομέρεια

Άσκηση 4.2: Προσδιορίστε τη στεreoχημική διάταξη των παρακάτω ενώσεων. Ποιες ταυτίζονται και ποιες είναι εναντιομερή;



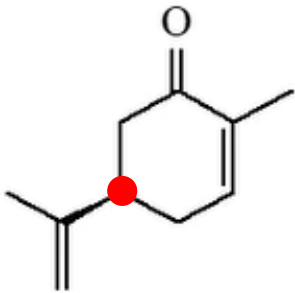
ΠΡΟΣΟΧΗ: Όταν ο υποκαταστάτης με προτεραιότητα 4 (H) δεν είναι προς τα πίσω του επιπέδου.

Οπτική Ισομέρεια

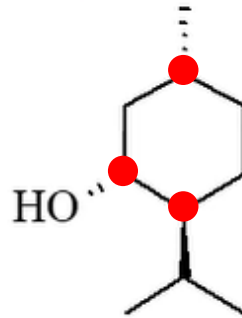
Μία ένωση με n ασύμμετρα κέντρα θα έχει (θεωρητικά):

2^n στερεοϊσομερή (εναντιομερή + διαστερομερή)

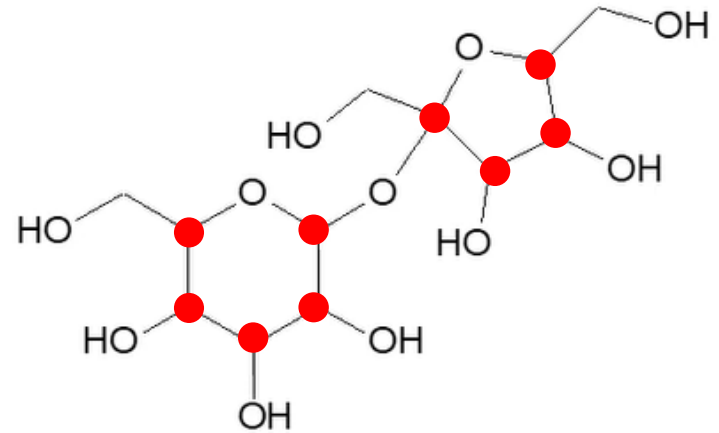
$2^{n/2}$ (ή 2^{n-1}) ζεύγη εναντιομερών



1 **C** χειρόμορφο
2 στερεοϊσομερή



3 **C** χειρόμορφα
8 στερεοϊσομερή



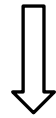
9 **C** χειρόμορφα
512 στερεοϊσομερή

Οπτική ισομέρεια

Όταν έχουμε ενώσεις με **δύο ή περισσότερα ασύμμετρα άτομα άνθρακα** τότε οι ενώσεις μπορεί να είναι μεταξύ τους:

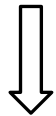
1. **Ίδιες**

2. **Εναντιομερή:** Οπτικά ισομερή που έχουν σχέση ειδώλου-αντικειμένου.



Μεταβάλλονται όλα τα στερεογονικά κέντρα

3. **Διαστερομερή:** Οπτικά ισομερή που δεν έχουν σχέση ειδώλου-αντικειμένου

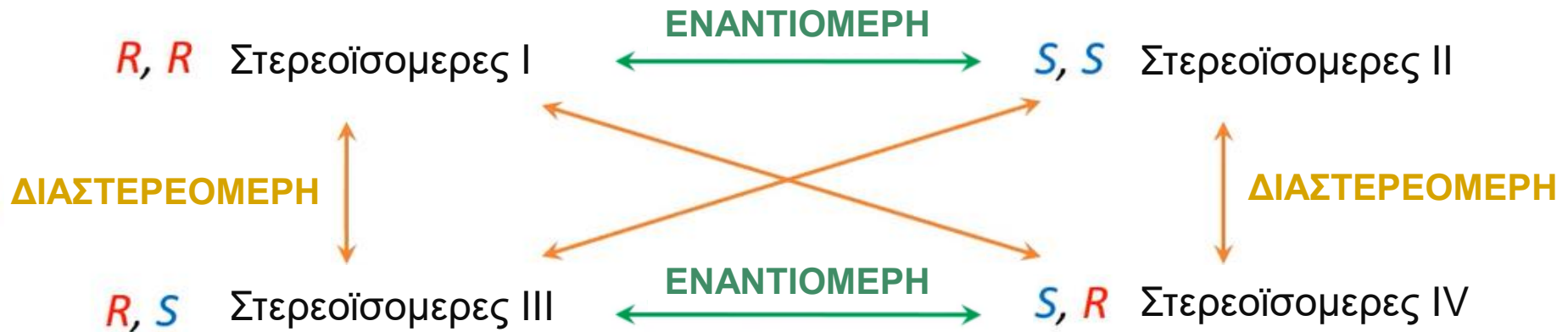


Μεταβάλλεται κάποιο ή κάποια από τα στερεογονικά κέντρα, όχι όμως όλα.

(Έχουν αντίθετες στερεοαπεικονίσεις σε μερικά (ένα ή περισσότερα) στερεογονικά κέντρα, αλλά έχουν την ίδια στερεοαπεικόνιση σε άλλα κέντρα).

Οπτική ισομέρεια

Χειρόμορφα μόρια με 2 χειρόμορφα κέντρα



Εναντιομερή: Είναι μη υπερτιθέμενα κατοπτρικά είδωλα. Έχουν σχέση ειδώλου αντικειμένου. (Μεταβάλλονται όλα τα στερεογονικά κέντρα).

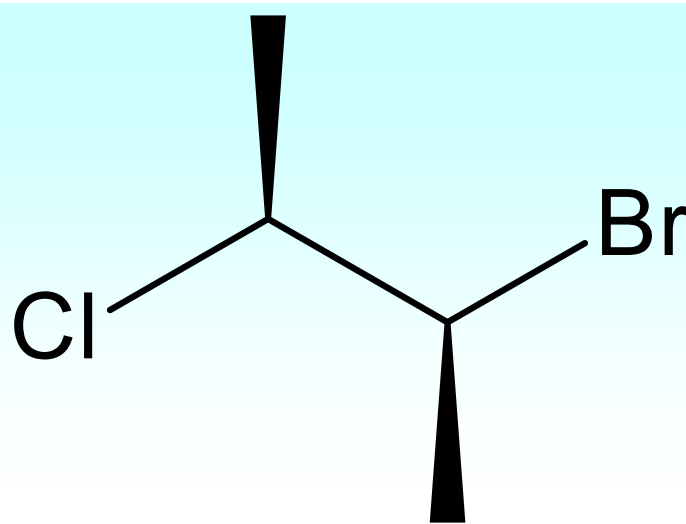
Διαστερομερή: ΔΕΝ είναι κατοπτρικά είδωλα.

(Μεταβάλλεται κάποιο ή κάποια από τα στερεογονικά κέντρα, όχι όμως όλα).

Οπτική ισομέρεια

Διαστεροϊσομερή

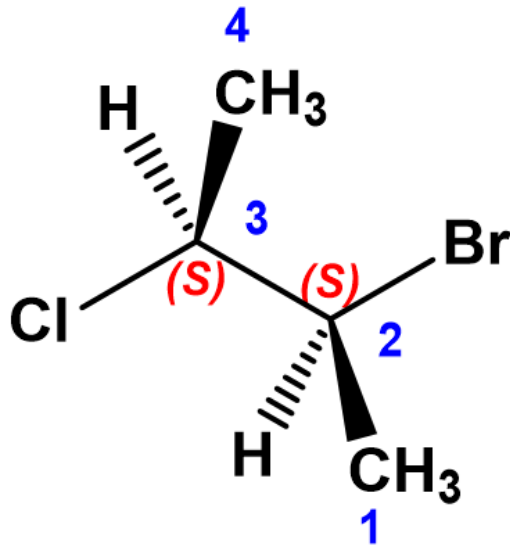
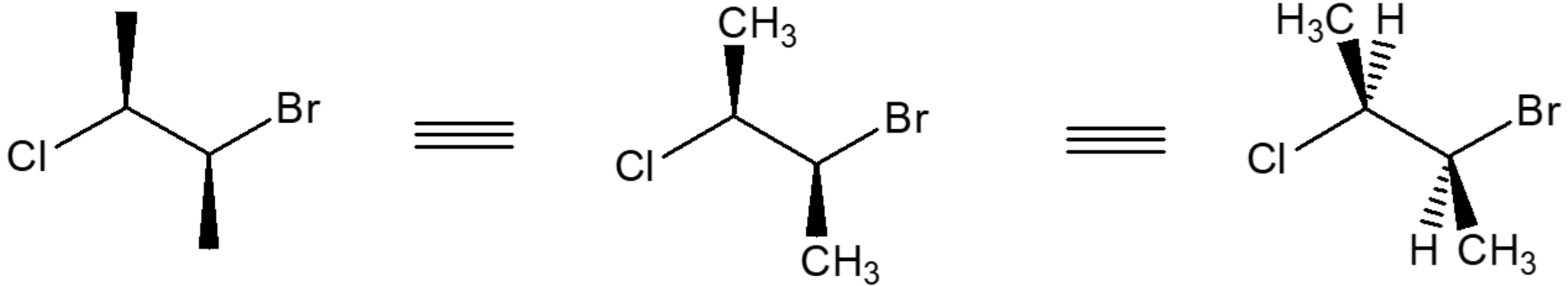
Παράδειγμα 4.2: Υπολογίστε τη στερεοδιάταξή της και ονομάστε την παρακάτω ένωση. Στη συνέχεια, σχεδιάστε τα εναντιομερή και διαστερομερή της.



Οπτική ισομέρεια

Διαστεροϊσομερή

Παράδειγμα 4.2: Υπολογίστε τη στερεοδιάταξη της και ονομάστε την παρακάτω ένωση. Στη συνέχεια, σχεδιάστε τα εναντιομερή και διαστερομερή της.



(2*S*,3*S*)-2-βρωμο-3-χλωροβουτάνιο

(2*S*)-βρωμο-(3*S*)-χλωροβουτάνιο

2*S*-βρωμο-3*S*-χλωροβουτάνιο

Οπτική ισομέρεια

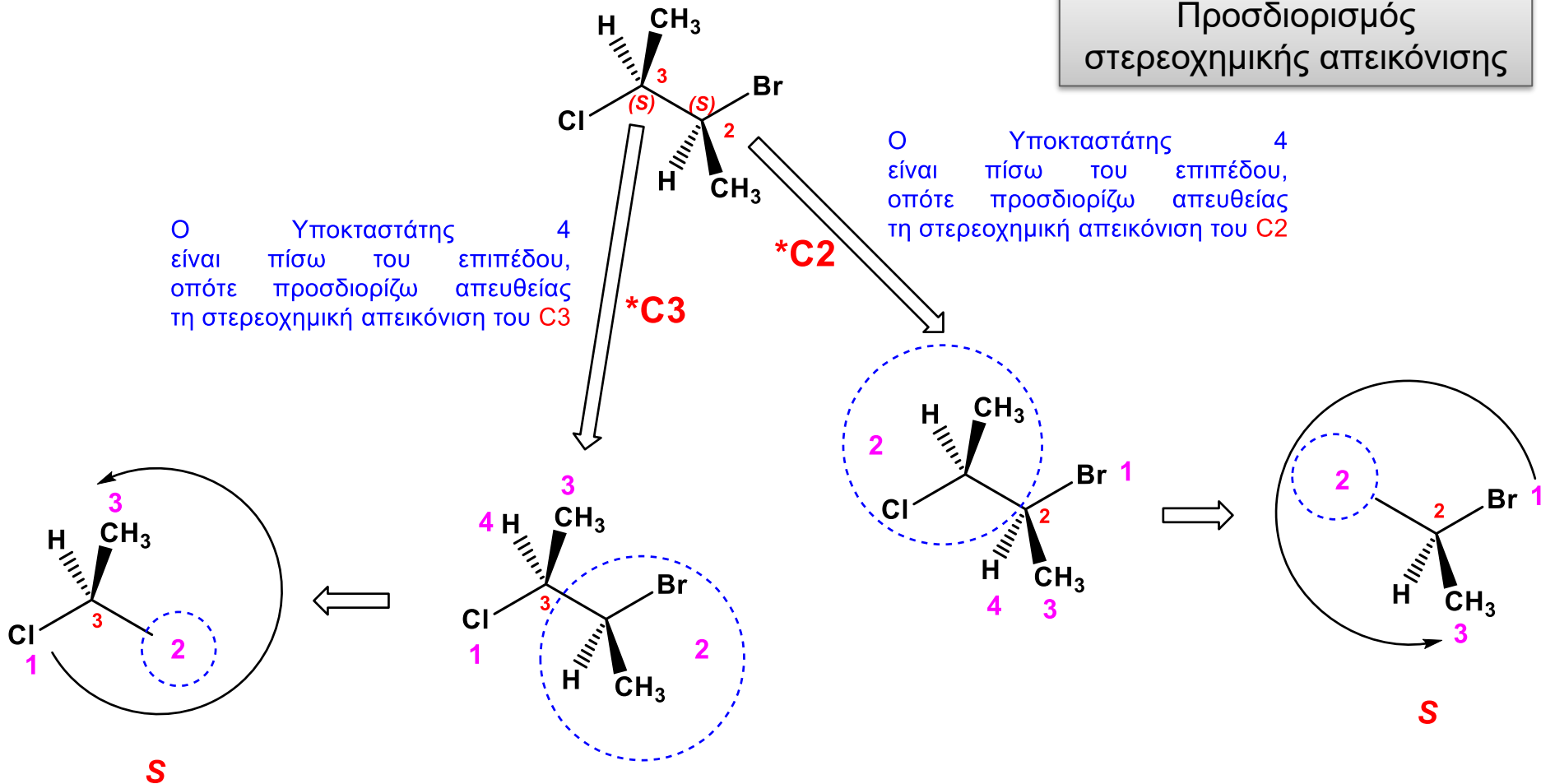
Διαστεροϊσομερή

Παράδειγμα 4.2: Υπολογίστε τη στερεοδιάταξη της και ονομάστε την παρακάτω ένωση. Στη συνέχεια, σχεδιάστε τα εναντιομερή και διαστερομερή της.

Προσδιορισμός στερεοχημικής απεικόνισης

Ο Υποκαστάτης 4 είναι πίσω του επιπέδου, οπότε προσδιορίζω απευθείας τη στερεοχημική απεικόνιση του C3

Ο Υποκαστάτης 4 είναι πίσω του επιπέδου, οπότε προσδιορίζω απευθείας τη στερεοχημική απεικόνιση του C2

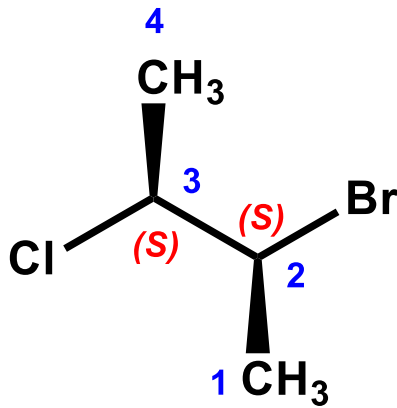


Οπτική ισομέρεια

Διαστεροϊσομερή

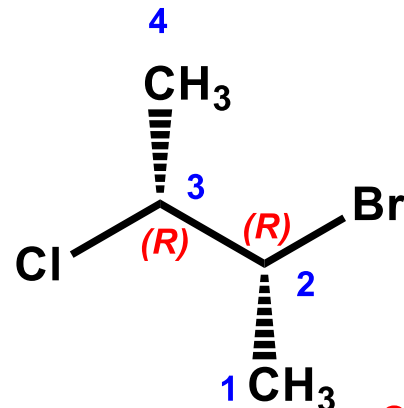
Παράδειγμα 4.2: Υπολογίστε τη στερεοδιάταξη της και ονομάστε την παρακάτω ένωση. Στη συνέχεια, σχεδιάστε τα **εναντιομερή** και διαστερομερή της.

αρχική ένωση



2S - 3S

εναντιομερούς



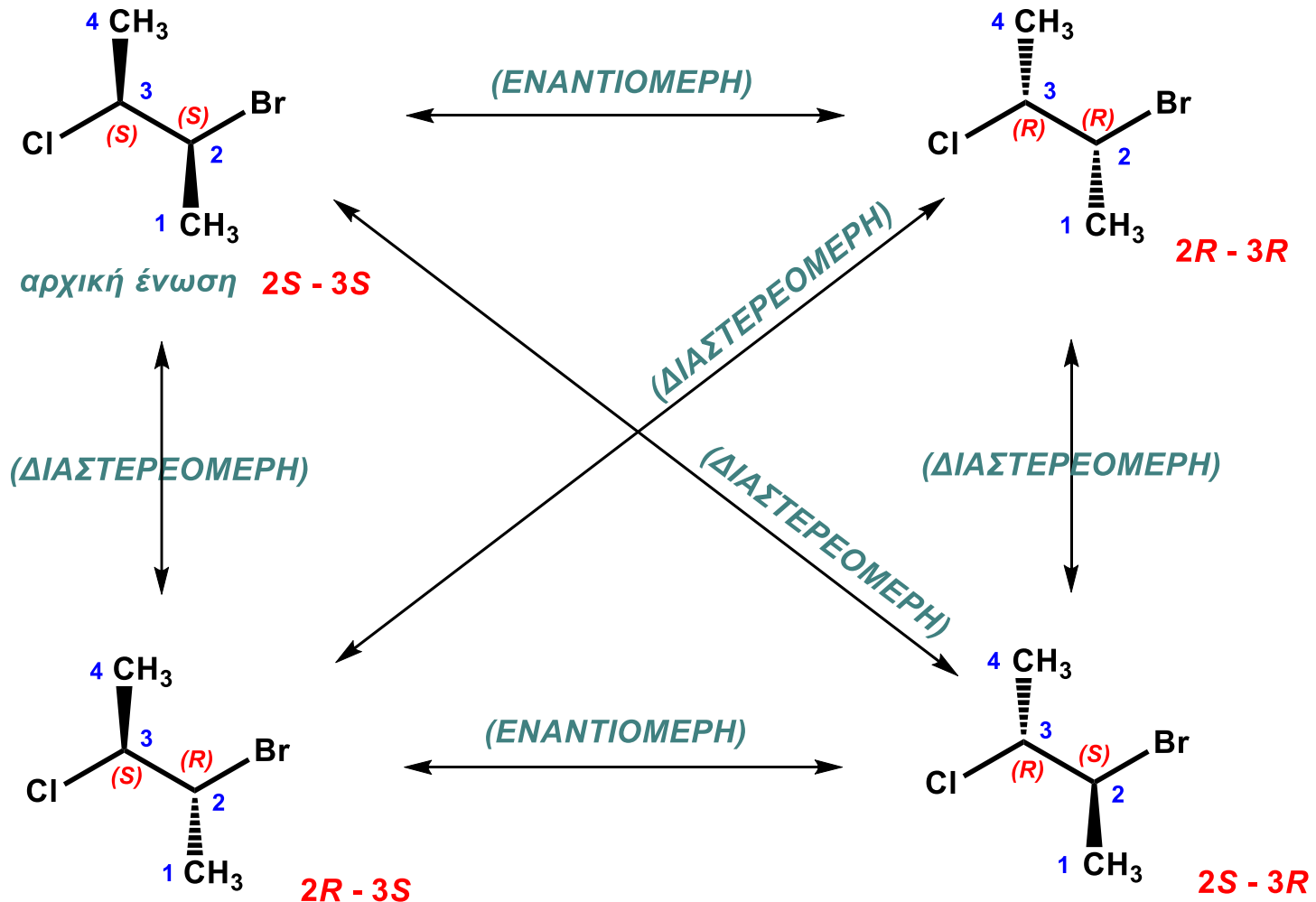
2R - 3R

ΖΕΥΓΟΣ ΕΝΑΝΤΙΟΜΕΡΩΝ

Οπτική ισομέρεια

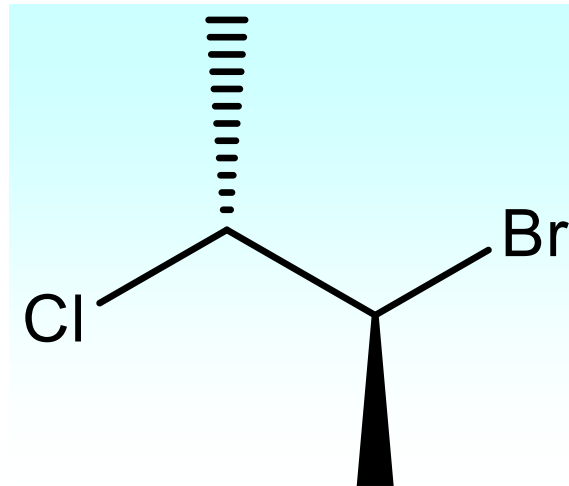
Διαστεροϊσομερή

Παράδειγμα 4.2: Υπολογίστε τη στερεοδιάταξη της και ονομάστε την παρακάτω ένωση. Στη συνέχεια, σχεδιάστε τα εναντιομερή και διαστερομερή της.



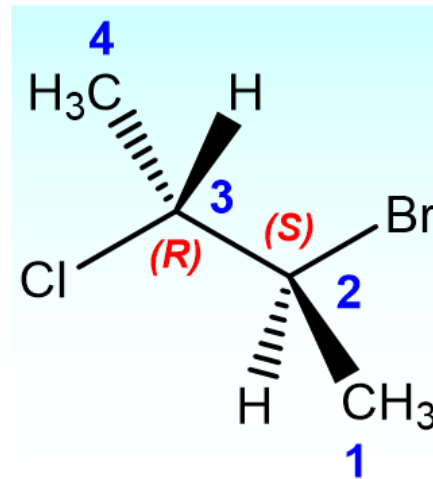
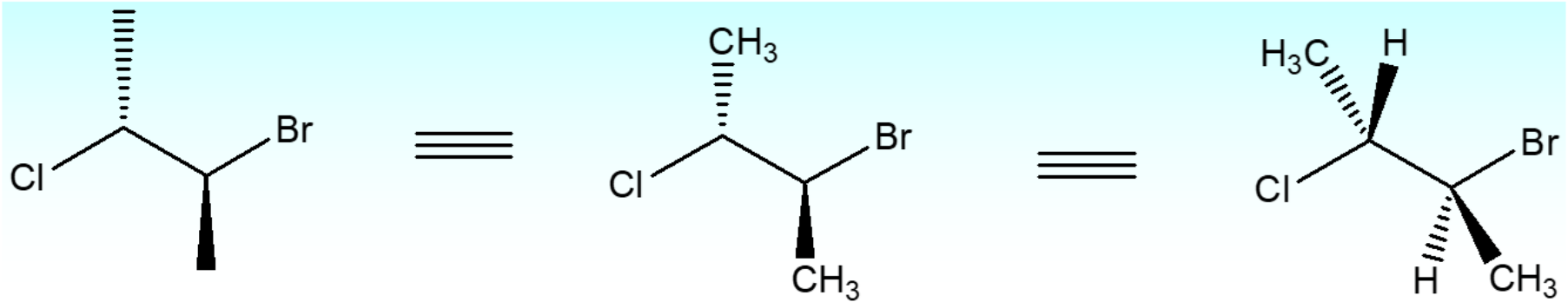
Οπτική ισομέρεια

Παράδειγμα 4.3: Υπολογίστε τη στερεοδιάταξή της και ονομάστε την παρακάτω ένωση. Στη συνέχεια, σχεδιάστε τα εναντιομερή και διαστερομερή της.



Οπτική ισομέρεια

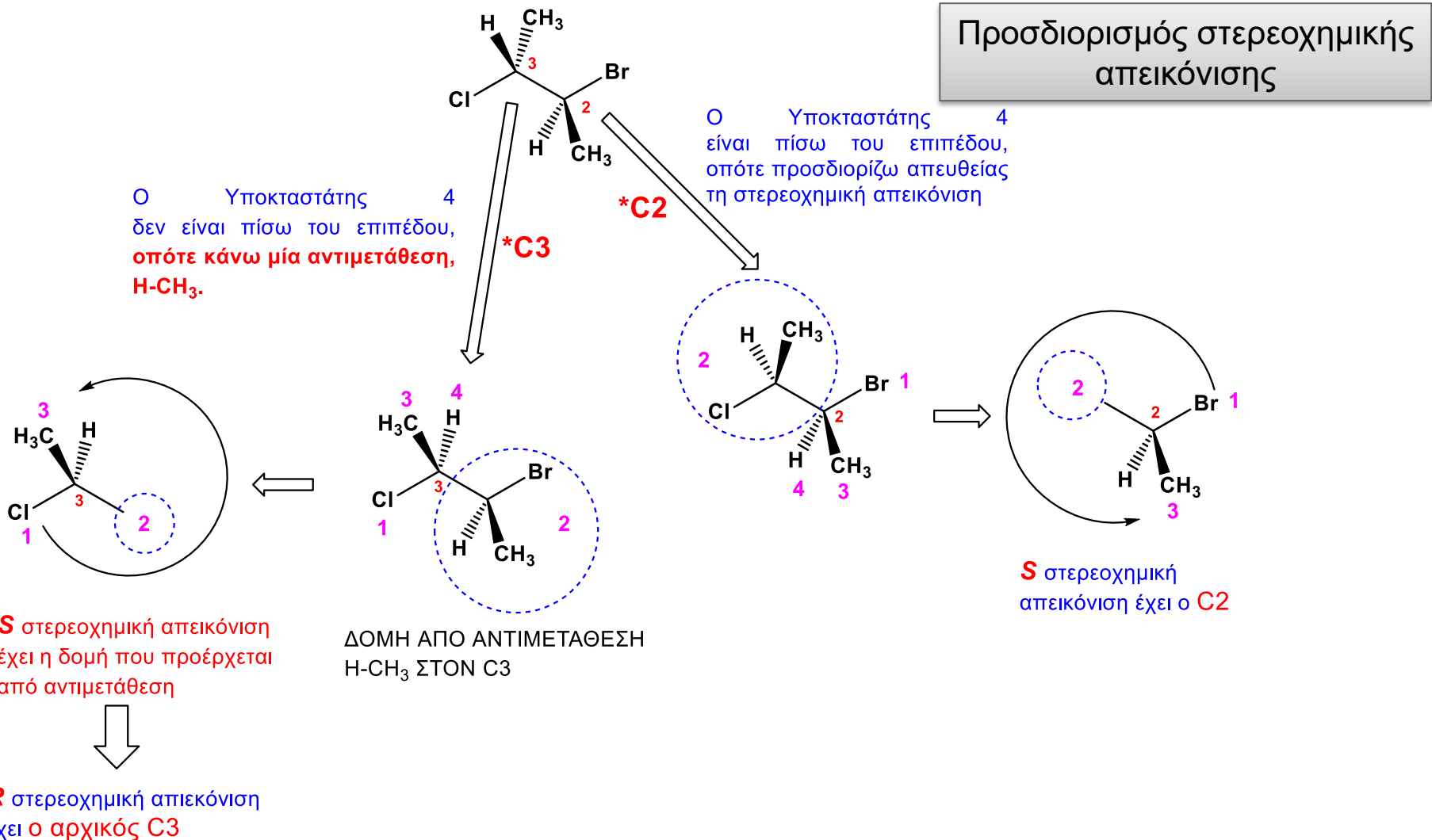
Παράδειγμα 4.3: Υπολογίστε τη στερεοδιάταξη της και ονομάστε την παρακάτω ένωση. Στη συνέχεια, σχεδιάστε τα εναντιομερή και διαστερομερή της.



$(2S,3R)$ -2-βρωμο-3-χλωροβουτάνιο

Οπτική ισομέρεια

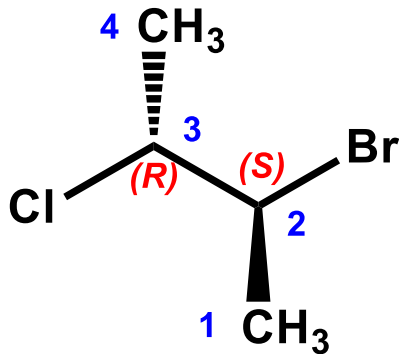
Παράδειγμα 4.3: Υπολογίστε τη στερεοδιάταξη της και ονομάστε την παρακάτω ένωση. Στη συνέχεια, σχεδιάστε τα εναντιομερή και διαστερομερή της.



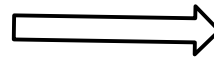
Οπτική ισομέρεια

Παράδειγμα 4.3: Υπολογίστε τη στερεοδιάταξη της και ονομάστε την παρακάτω ένωση. Στη συνέχεια, σχεδιάστε τα **εναντιομερή** και διαστερομερή της.

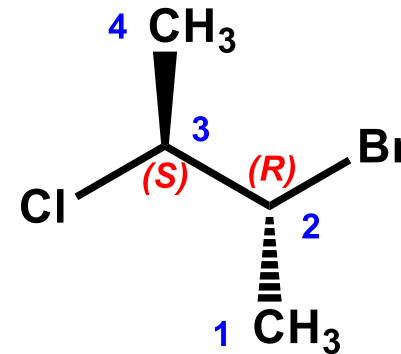
αρχική ένωση



2S - 3R



εναντιομερούς



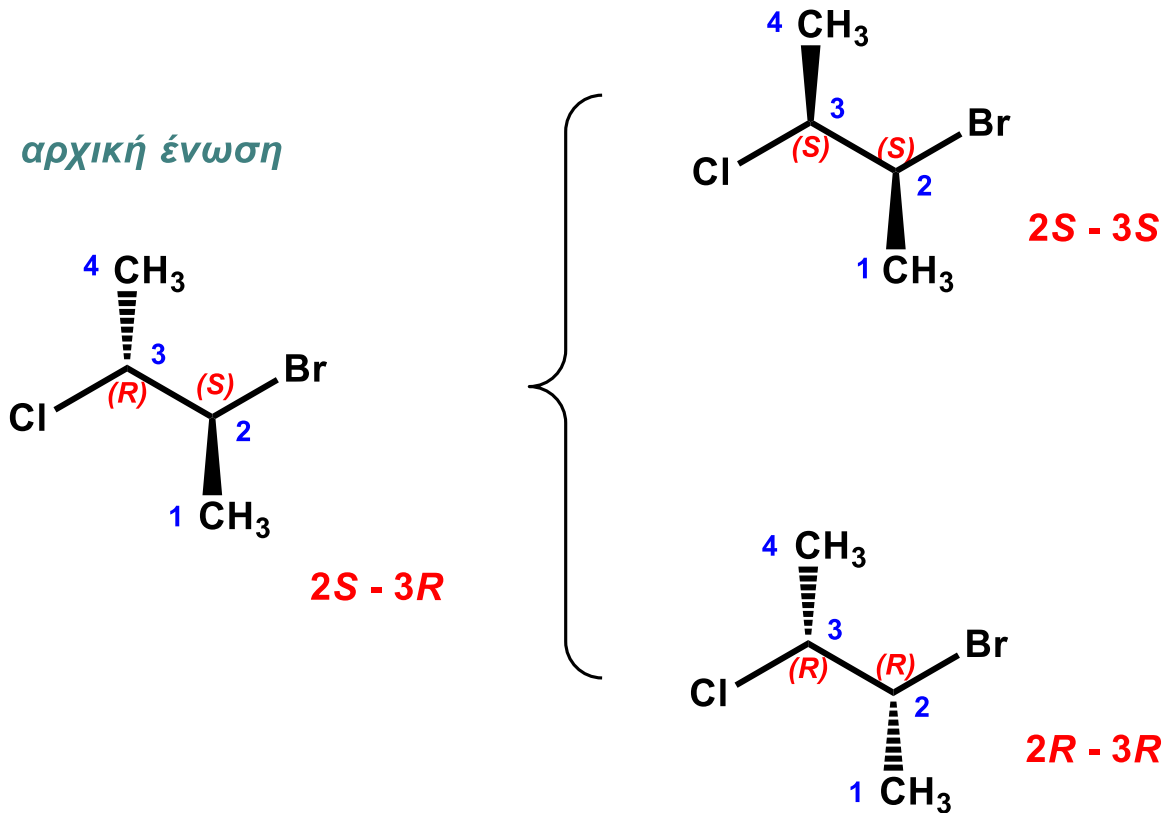
2R - 3S

ΖΕΥΓΟΣ ΕΝΑΝΤΙΟΜΕΡΩΝ

Οπτική ισομέρεια

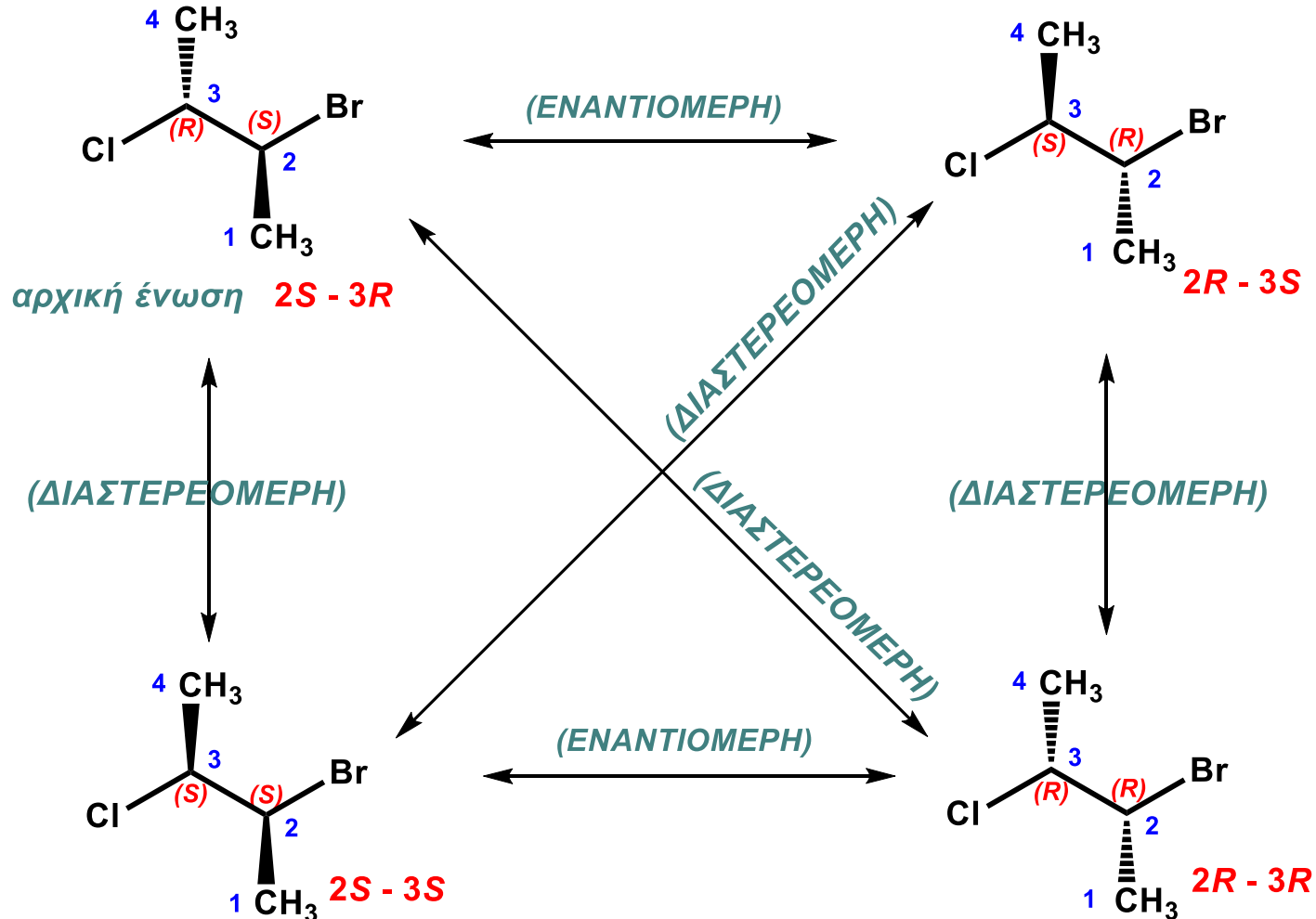
Παράδειγμα 4.3: Υπολογίστε τη στερεοδιάταξη της και ονομάστε την παρακάτω ένωση. Στη συνέχεια, σχεδιάστε τα εναντιομερή και διαστερεομερή της.

ΔΙΑΣΤΕΡΕΟΜΕΡΗ



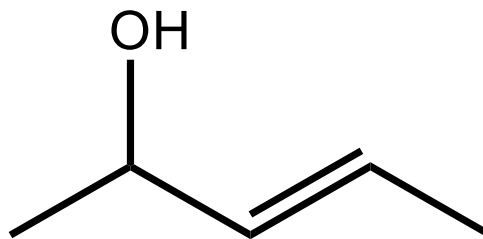
Οπτική ισομέρεια

Παράδειγμα 4.3: Υπολογίστε τη στερεοδιάταξη της και ονομάστε την παρακάτω ένωση. Στη συνέχεια, σχεδιάστε τα **εναντιομερή** και **διαστερομερή** της.



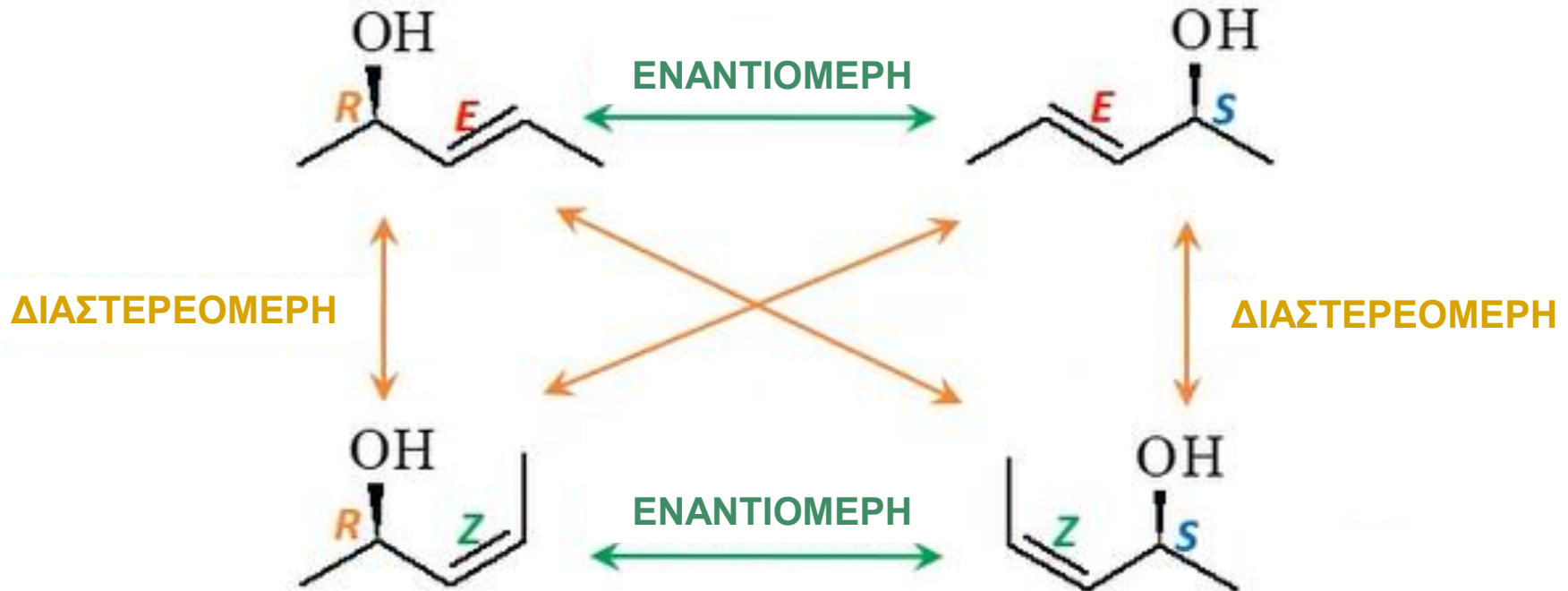
Οπτική ισομέρεια

Παράδειγμα 4.4: Σχεδιάστε όλα τα πιθανά στερεοϊσομερή για το 4-μεθυλοεξ-2-ένιο. Υπολογίστε τη στερεοδιάταξη για κάθε από αυτά και προσδιορίστε τη στερεοχημική σχέση μεταξύ τους.



Οπτική ισομέρεια

Παράδειγμα 4.4: Σχεδιάστε όλα τα πιθανά στερεοϊσομερή για το 4-μεθυλοεξ-2-ένιο. Υπολογίστε τη στερεοδιάταξη για κάθε από αυτά και προσδιορίστε τη στερεοχημική σχέση μεταξύ τους.

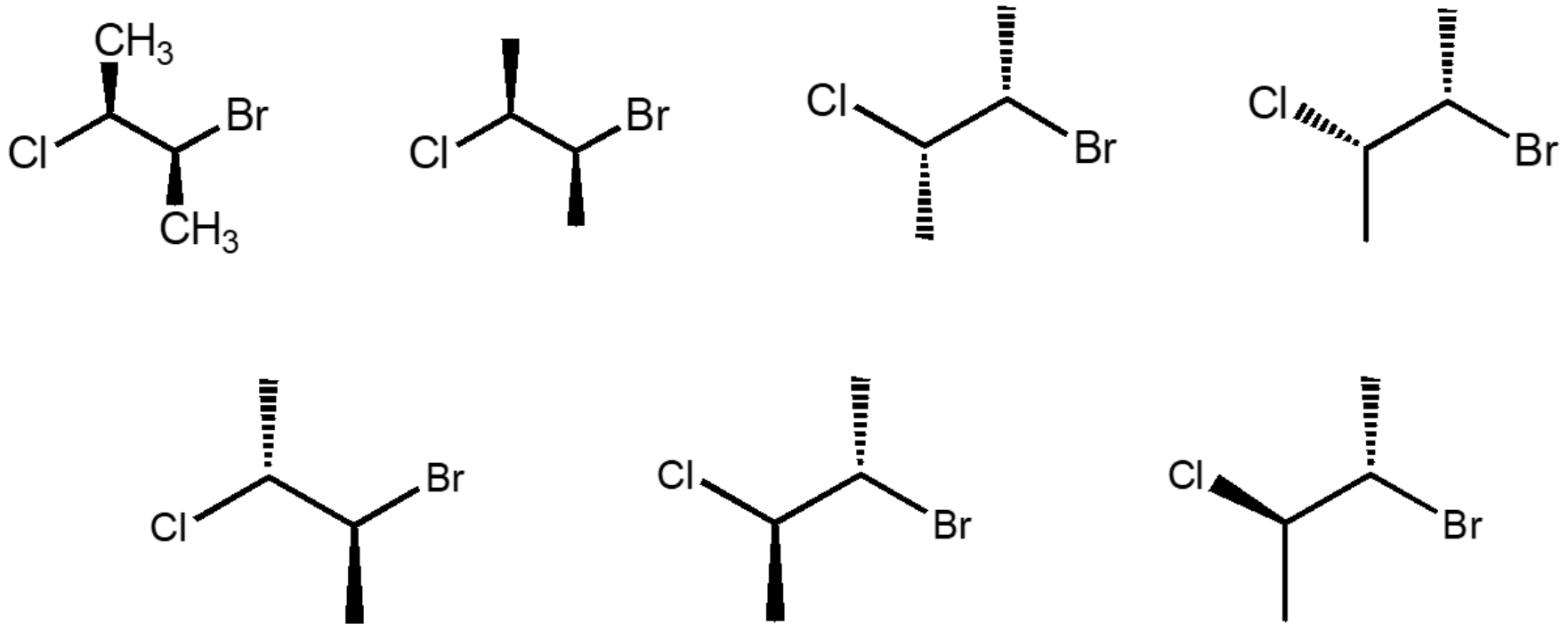


Προσοχή:

Μην ξεχνάτε ότι ο διπλός δεσμός οδηγεί σε διαστερομερή (“επιπλέον”). Τα *cis*(Z)/*trans*(E) αλκένια είναι επίσης διαστερομερή.

Οπτική ισομέρεια

Άσκηση 4.3: Ποια είναι η στερεοχημική σχέση των παρακάτω δομών;



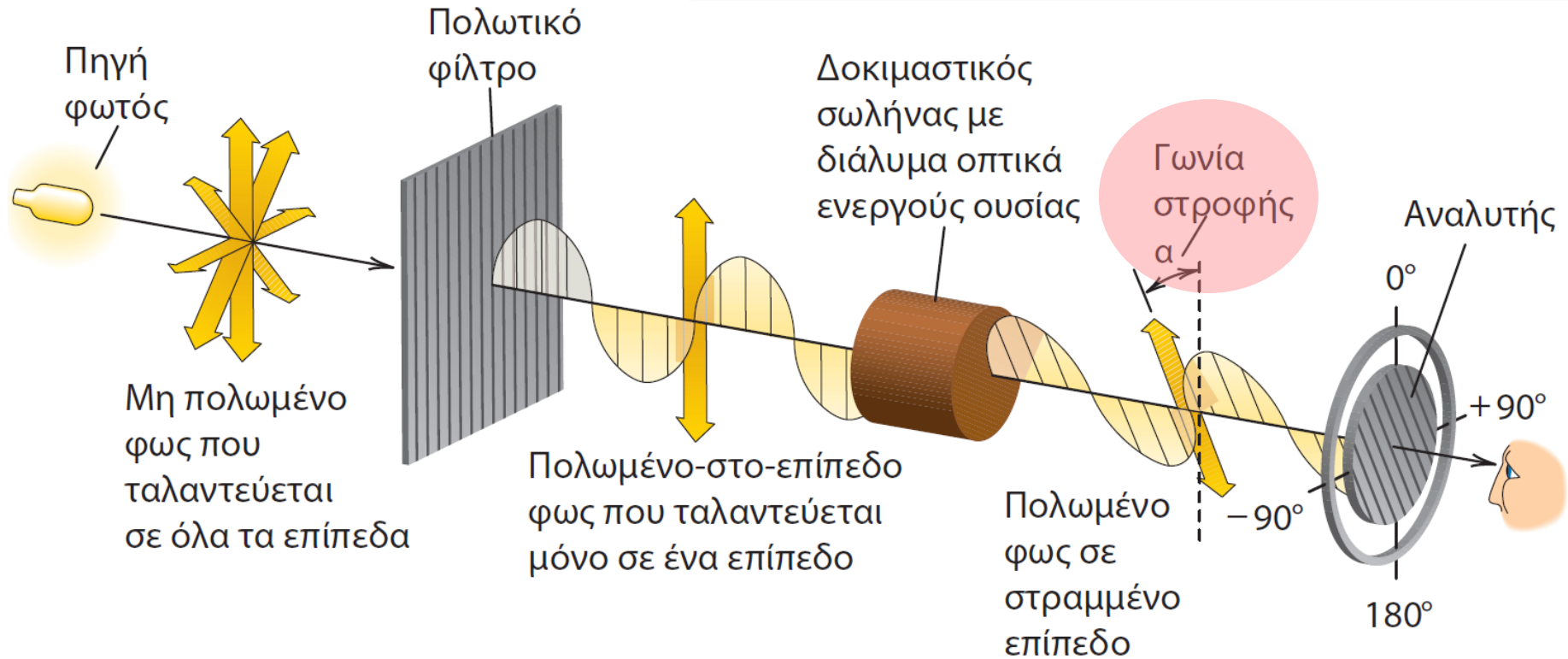
Υπόδειξη:

1. Μετατρέψτε τις σκελετικές δομές (ώστε να είναι εμφανείς οι ομάδες και όλα τα άτομα υδρογόνου).
2. Προσδιορίστε τη στερεοδιάταξη των ασύμμετρων ατόμων άνθρακα.
3. Συγκρίνετε.

Οπτική ισομέρεια

Οπτική ενεργότητα

Πειραματικά, η οπτική ισομέρεια (optical isomerism) εκδηλώνεται ως οπτική ενεργότητα (optical activity).



Τα **εναντιομερή** θα στρέφουν το επίπεδο του πολωμένου φωτός κατά ίσες μοίρες, αλλά προς αντίθετες κατευθύνσεις (οπτική ενεργότητα ή **στροφική ικανότητα**), και αποτελεί **η μόνη φυσική ιδιότητα που τους ξεχωρίζει**.

Οπτική ισομέρεια

Οπτική ενεργότητα

$$[\alpha]_D = \frac{\text{Παρατηρούμενη στροφή (σε μοίρες)}}{\text{Μήκος κυψελίδας, } l \text{ (dm)} \times \text{Συγκέντρωση, } C \text{ (g/ml)}} = \frac{\alpha}{l \times C}$$

- Ο βαθμός στον οποίο στρέφεται το φως εξαρτάται από τη συγκέντρωση του δείγματος και το μήκος της διαδρομής του φωτός.
- Όπου **α** η γωνία στροφής σε μοίρες, **c** η συγκέντρωση σε **g/ml** και **l** το μήκος διαδρομής του φωτός στη κυψελίδα σε **dm**.
- Η θερμοκρασία (T) και το μήκος κύματος του φωτός (λ) επηρεάζουν τη στροφή και πρέπει να καταγράφονται. Ο διαλύτης συνιστάται επίσης να αναφέρεται.

$$[\alpha]_{\lambda}^T$$

$$[\alpha]_D^{20-25^\circ\text{C}}$$

Most of the polarimetric data have a sodium yellow emission at 589 nm (so-called **D**-lines).

Ειδική στροφή
(*specific rotation*)

Λαμπτήρας ατμών νατρίου



Οπτική ισομέρεια

Οπτική ενεργότητα

$$[\alpha]_D = \frac{\text{Παρατηρούμενη στροφή (σε μοίρες)}}{\text{Μήκος κυψελίδας, } l \text{ (dm)} \times \text{Συγκέντρωση, } C \text{ (g/ml)}} = \frac{a}{l \times C}$$

Με τον πρότυπο τρόπο, η ειδική στροφή, $[\alpha]_D$, είναι μια φυσική σταθερά, χαρακτηριστική για μια δεδομένη οπτικώς ενεργή ένωση.

Ένωση	$[\alpha]_D$ (μοίρες)
Σακχαρόζη	+66,47
Χοληστερόλη	-31,5
Γλουταμικό νάτριο	+25,5

Οπτική ισομέρεια

Οπτική ενεργότητα

Ως **οπτική ενεργότητα** (ή στροφική ικανότητα) ορίζεται η ιδιότητα των διαλυμάτων που περιέχουν ενώσεις με ασύμμετρους άνθρακες να στρέφουν κατά γωνία α μια δέσμη πολωμένου φωτός που διέρχεται από μέσα τους. Οι ενώσεις αυτές ονομάζονται **οπτικά ενεργές**, ενώ το μέγεθος της ικανότητας στρέψης μετριέται ως **ειδική στροφή $[\alpha]_D$** .

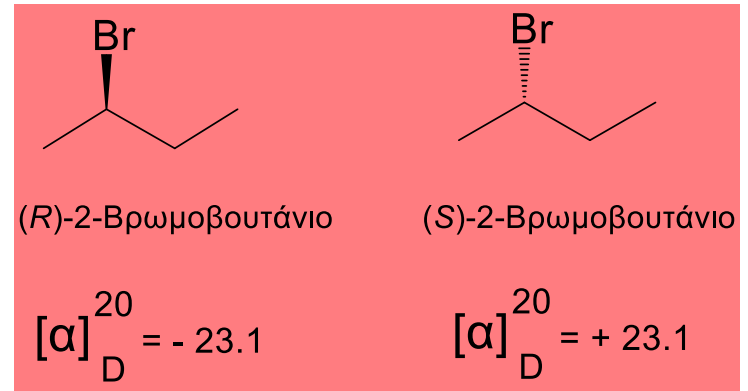
- Τα εναντιομερή έχουν αντίθετες στερεοαπεικονίσεις (R έναντι S), κι ως εκ τούτου, θα στρέφουν το επίπεδο της πόλωσης, στο **ίδιο μέγεθος** (ίδια τιμή) **αλλά προς αντίθετες κατευθύνσεις** (αντίθετα πρόσημα).
- Αναφερόμαστε σε **(+)** για τα οπτικά ενεργά μόρια που στρέφουν το πολωμένο φως προς τα **δεξιά**, **δεξιόστροφα (+, d)**, και σε **(-)** για τα ενεργά μόρια που στρέφουν το πολωμένο φως προς τα **αριστερά**, **αριστερόστροφα (-, l)**.

Οπτική ισομέρεια

Οπτική ενεργότητα

- Θεωρείστε τα εναντιομερή του 2-βρωμοβουτανίου.
- Τα *R* και *S* αναφέρονται στην απεικόνιση του κέντρου χειρομορφίας.
- Τα πρόσημα (+) και (-) αναφέρονται στην κατεύθυνση στροφής του επιπέδου του πολωμένου φωτός (δεξιόστροφη και αριστερόστροφη, αντίστοιχα).

Αποσαφήνιση



- Δεν υπάρχει καμία απευθείας συσχέτιση μεταξύ της στερεοαπεικόνισης *R/S* και της κατεύθυνσης στροφής του φωτός (+/-).

Δεξιόστροφη
(κανόνες CIP → *R*)

≠ **Δεξιόστροφη**
(στροφής του επιπέδου του πολωμένου φωτός → +)

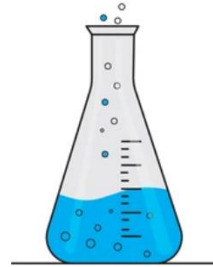
Αριστερόστροφη
(κανόνες CIP → *S*)

≠ **Αριστερόστροφη**
(στροφής του επιπέδου του πολωμένου φωτός → -)

Οπτική ισομέρεια

Οπτική ενεργότητα

Ως **ρακεμικό μίγμα** ορίζεται το **ισομοριακό μίγμα** δυο **εναντιομερών**.



Ρακεμικό μίγμα

50% εναντιομερές A (+, *d*)

50% εναντιομερές B (-, *l*)

Τα ρακεμικά μίγματα εμφανίζουν μηδενική ειδική στροφή ($\pm; d, l$), δεδομένου ότι αποτελούνται από ίσες ποσότητες των (+) και (-) μορφών. Η (+) στροφή του ενός εναντιομερούς εξουδετερώνεται από την ισόποση (-) στροφή του άλλου εναντιομερούς.

Η **ειδική στροφή** ενός ρακεμικού μείγματος είναι **μηδέν** και συνεπώς ένα ρακεμικό μίγμα είναι **οπτικώς ανενεργό**

Οπτική ισομέρεια

Οπτική ενεργότητα

$$\text{οπτική καθαρότητα} = \frac{\text{ειδική στροφή δείγματος}}{\text{ειδική στροφή καθαρού εναντιομερούς}} \times 100$$

$$\text{optical purity (\%)} = \frac{[\alpha]_{\text{observed}}}{[\alpha]_{\text{maximal}}} \cdot 100$$

optical purity (%) = 100 % \rightarrow $[\alpha]_{\text{observed}} = [\alpha]_{\text{maximal}}$ \rightarrow 1 εναντιομερές
(εναντιομερικά καθαρό)
(ΟΠΤΙΚΩΣ ΕΝΕΡΓΟ)

optical purity (%) = 0 % ($[\alpha]_{\text{observed}} = 0$) \rightarrow Μη χειρόμορφη ένωση
 \rightarrow Ρακεμικό μείγμα
 \rightarrow Μεσο-ένωση
(ΟΠΤΙΚΩΣ ΑΝΕΝΕΡΓΟ)

optical purity (%) = 20 % \rightarrow 20% εναντιομερές A
(περίσσεια του A εναντιομερούς) \rightarrow 80% εναντιομερή A + B \rightarrow 60% εναντιομερές A
40% εναντιομερές B
(ΟΠΤΙΚΩΣ ΕΝΕΡΓΟ)

Οπτική ισομέρεια

Οπτική ενεργότητα

οπτική καθαρότητα

$$\% \text{ op} = \text{optical purity (\%)} = \frac{[\alpha]_{\text{observed}}}{[\alpha]_{\text{maximal}}} \cdot 100$$

(ευαίσθητο μέτρο σε ακαθαρσίες και θερμοκρασία)



εναντιομερική περίσσεια

Enantiomeric excess

$$\% \text{ ee} = \frac{|R - S|}{R + S} \times 100\%$$

R = % R εναντιομερούς

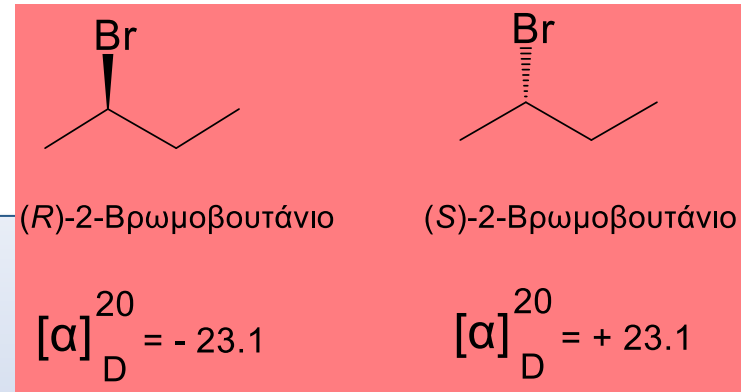
S = % S εναντιομερούς

Η **εναντιομερική περίσσεια** χρησιμοποιείται ως δείκτης επιτυχίας μίας ασύμμετρης σύνθεσης και προσδιορίζεται με πιο ακριβείς τεχνικές από το πολωσίμετρο, όπως η χρωματογραφία ή η φασματοσκοπία πυρηνικού μαγνητικού συντονισμού (ως «διαστεreoμερική περίσσεια») (*Nuclear Magnetic Resonance, NMR*).

Οπτική Ισομέρεια

Παράδειγμα 4.5: (α) Προβλέψετε το ποσοστό των δύο εναντιομερών ενός μίγματος (*R*) και (*S*)-2-βρωμοβουτανίου με ειδική στροφή +4.6. (β) Υπολογίστε την οπτική καθαριότητα/εναντιομερική περίσσεια και επιβεβαιώστε ότι είναι ισοδύναμες παράμετροι (παρέχουν το ίδιο αποτέλεσμα).

- (α) • Εφόσον το μείγμα έχει δεξιόστροφη (+, *d*) ειδική στροφή θα υπερισχύει το *S* εναντιομερές.



Ισχύει ότι:

- $(-23.1) \times [R]/100 + (+23.1) \times [S]/100 = 4.6$
- $[R] + [S] = 100$

Επιλύοντας το παραπάνω σύστημα εξισώσεων προκύπτει:

$$-0.231[R] + 0.231 \times (100 - [R]) = 4.6 \rightarrow$$

$$-0.231[R] + 23.1 - 0.231[R] = 4.6 \rightarrow$$

$$-0.462[R] = 4.6 - 23.1 \rightarrow$$

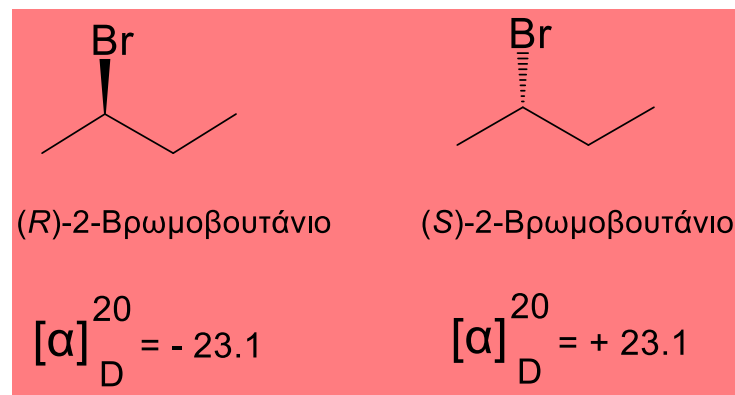
$$0.462[R] = 18.5 \rightarrow$$

$$[R] = 40\% \text{ και συνεπώς } [S] = 60\%$$

Οπτική ισομέρεια

Παράδειγμα 4.5: (α) Προβλέψετε το ποσοστό των δύο εναντιομερών ενός μίγματος (*R*) και (*S*)-2-βρωμοβουτανίου με ειδική στροφή +4.6. (b) Υπολογίστε την οπτική καθαριότητα/εναντιομερική περίσσεια και επιβεβαιώστε ότι είναι ισοδύναμες παράμετροι (παρέχουν το ίδιο αποτέλεσμα).

- (b)**
- Υπολογίζουμε την οπτική καθαρότητα με την αντίστοιχη εξίσωση.
 - Υπολογίζουμε την εναντιομερική περίσσεια με την αντίστοιχη εξίσωση. (Ξέρουμε τα ποσοστά κάθε εναντιομερούς από το **(a)**: [*R*]=40% [*S*]=60%)

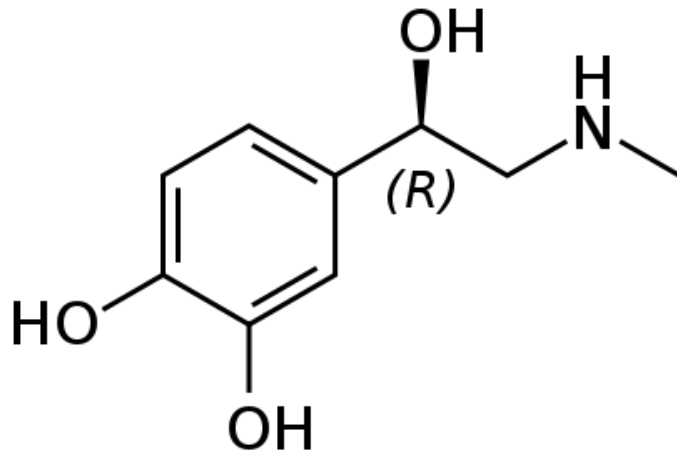


$$\text{optical purity (\%)} = \frac{[\alpha]_{\text{observed}}}{[\alpha]_{\text{maximal}}} \cdot 100 = \frac{4.6}{23.1} \times 100 = 19.91 \%$$

$$\% \text{ ee} = \frac{|R - S|}{R + S} \times 100\% = \frac{|40 - 60|}{40 + 60} \times 100 = 20 \%$$

Οπτική Ισομέρεια

Παράδειγμα 4.6: Η φυσική επινεφρίνη, $[\alpha]_D^{25^\circ\text{C}} = -50^\circ$, χρησιμοποιείται στην ιατρική. Το εναντιομερές του είναι ιατρικά ανενεργό και, στην πραγματικότητα, είναι τοξικό. Ένας φαρμακοποιός λαμβάνει ένα διάλυμα που περιέχει 1 γρ. επινεφρίνης σε 20 ml υγρού αλλά του οποίου η οπτική καθαρότητα είναι άγνωστη. Κατά τον προσδιορισμό της οπτικής δραστηριότητας σε πολωσίμετρο (με σωλήνα 10 cm) λαμβάνεται μέτρηση -2.5° . Μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως φάρμακο;



- Υπολογίζουμε την ειδική στροφή από την αντίστοιχη εξίσωση με τα δεδομένα που έχουμε (**ΠΡΟΣΟΧΗ: Χρησιμοποιείτε τις σωστές μονάδες μέτρησης.**)

$$c = 1 \text{ g}/20\text{ml} = 0.05 \text{ g/ml}$$

$$l = 10 \text{ cm} = 1 \text{ dm}$$

$$\alpha = -2.5^\circ$$

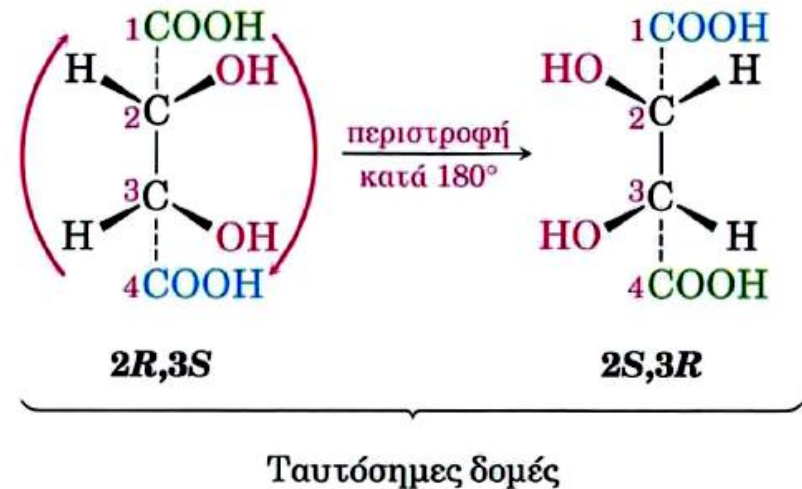
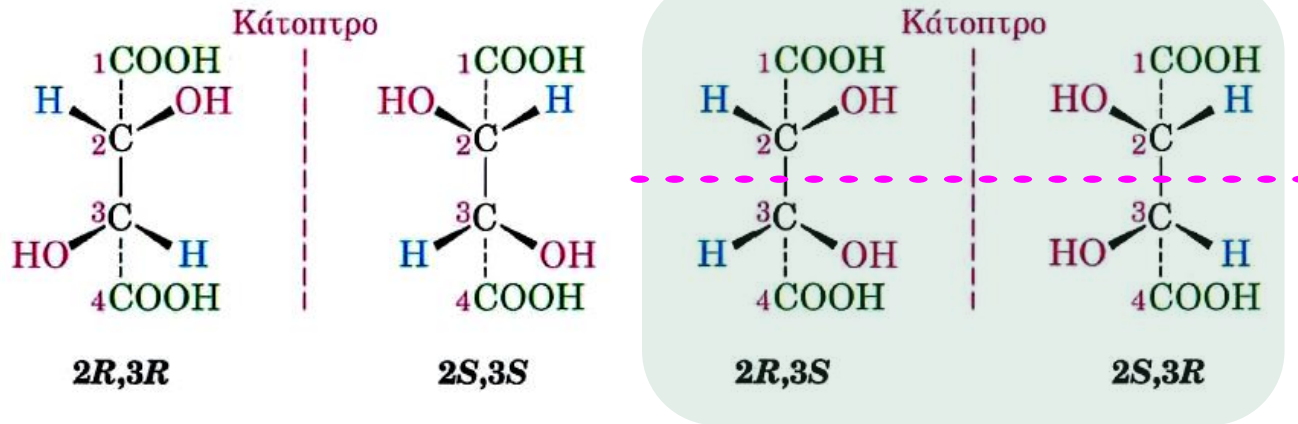
$$[\alpha] = \frac{\alpha}{c \cdot l} = \frac{-2.5^\circ}{0.05 \cdot 1} = -50^\circ$$

Ναι, μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως φάρμακο επειδή είναι το σωστό εναντιομερές (αρνητικό πρόσημο, '-').

Οπτική ισομέρεια

Επίπεδα συμμετρίας - Μεσομορφές

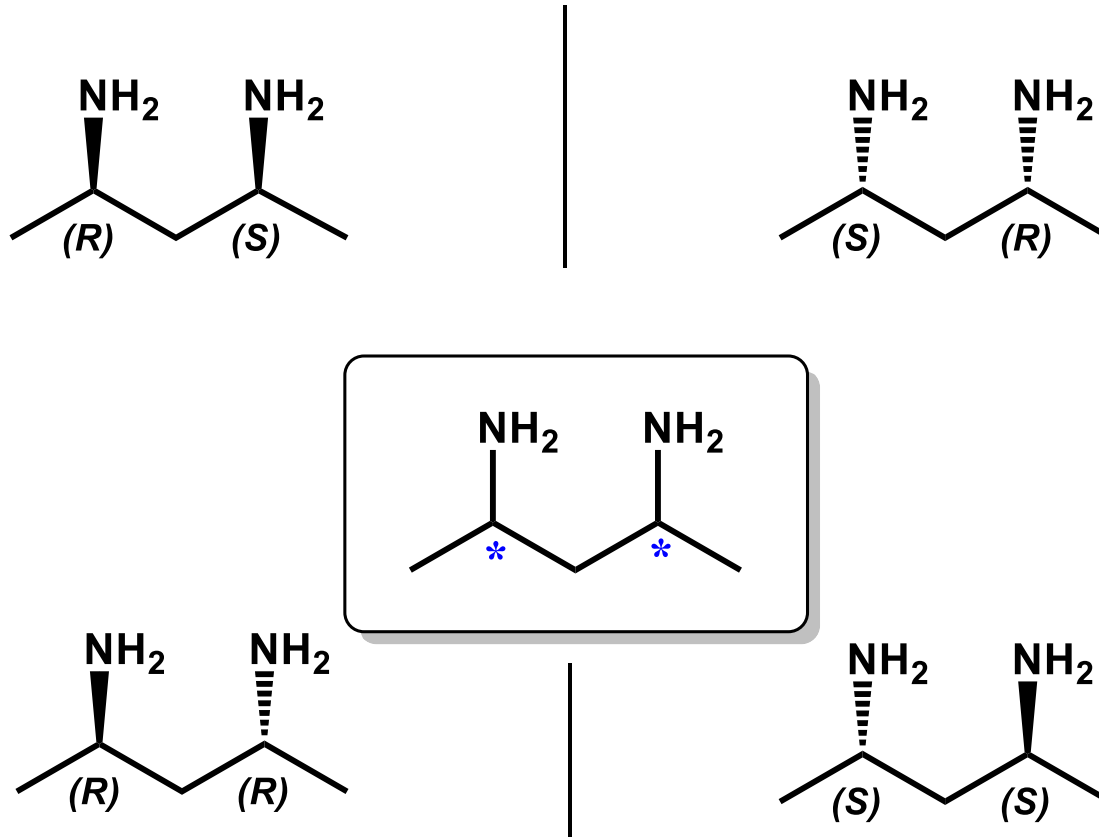
Μεσομορφές ή μεσο-ενώσεις: Μη χειρόμορφες ενώσεις με ασύμμετρα κέντρα.



Τα μόρια με **επίπεδο** ή **κέντρο** **συμμετρίας** ακόμη και με χειρόμορφους άνθρακες είναι **μη χειρόμορφα** και **οπτικά ανενεργά**.

Οπτική ισομέρεια

Επίπεδα συμμετρίας - Μεσομορφές

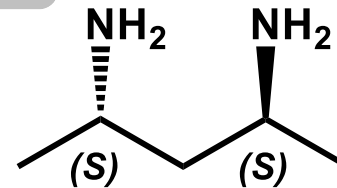
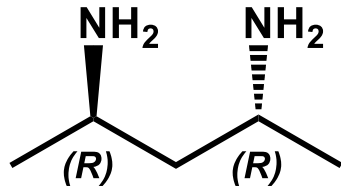
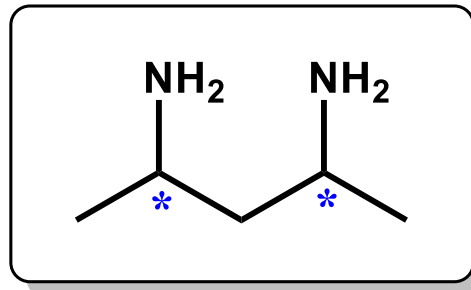
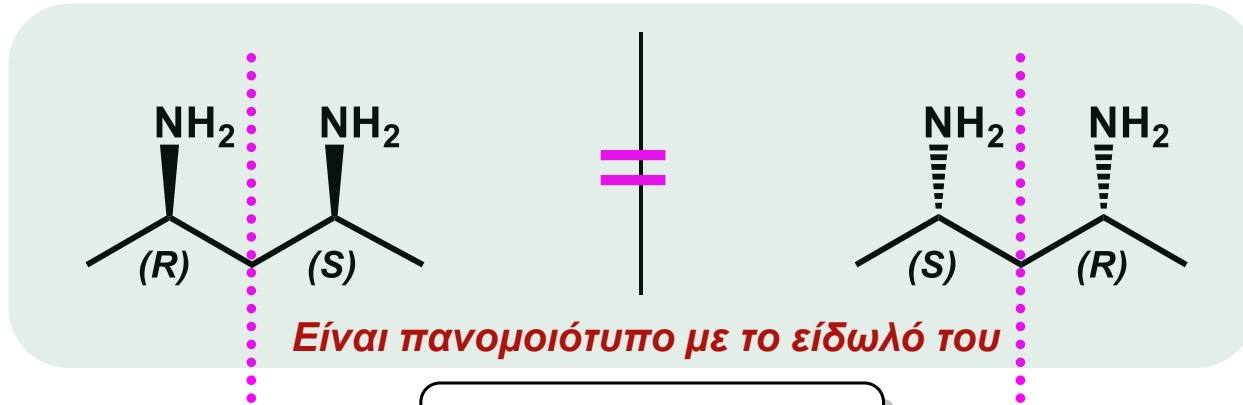


Ν° στερεοϊσομερή = 2^n (n = Ν° ασύμμετρα κέντρα), 4 στερεοϊσομερή??

«θεωρητικά»

Οπτική ισομέρεια

Επίπεδα συμμετρίας - Μεσομορφές



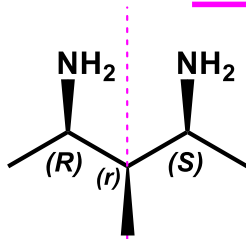
Τα στερεοϊσομερή (R,S) και (S,R) είναι ταυτόσημες (είναι **μεσομορφές** ή **μέσο-ενώσεις**) όπως αποδεικνύεται με την περιστροφή της μιας από τις δύο δομές, κατά 180° .

3 στερεοϊσομερή

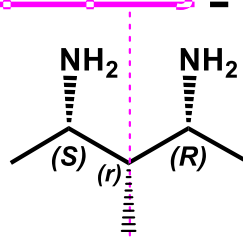
2 εναντιομερή
1 μεσομορφή

Οπτική Ισομέρεια

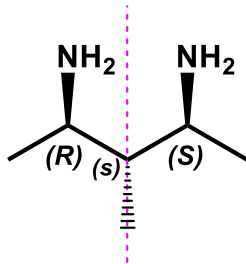
Επίπεδα Συμμετρίας - Μεσομορφές



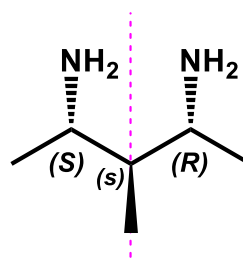
(2R,3r,4S)-3-methylpentane-2,4-diamine



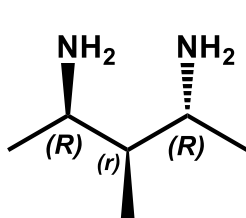
(2R,3r,4S)-3-methylpentane-2,4-diamine



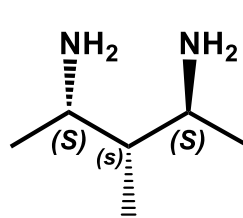
(2R,3s,4S)-3-methylpentane-2,4-diamine



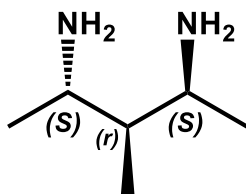
(2R,3s,4S)-3-methylpentane-2,4-diamine



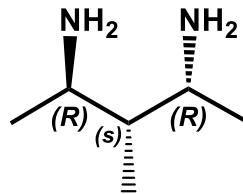
(2R,3r,4R)-3-methylpentane-2,4-diamine



(2S,3s,4S)-3-methylpentane-2,4-diamine



(2S,3r,4S)-3-methylpentane-2,4-diamine



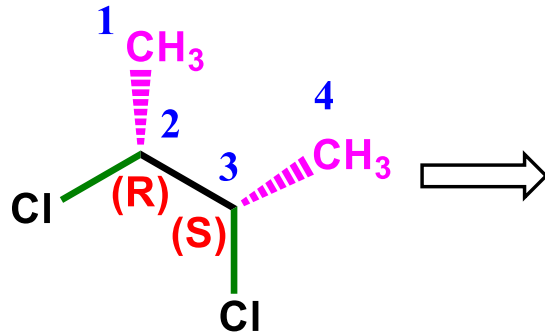
(2R,3s,4R)-3-methylpentane-2,4-diamine

6 στερεοϊσομερή

4 διαστερομερή
(=> 2 ζεύγη εναντιομερών)
2 διαστερομερή
(=> 2 μεσομορφές)

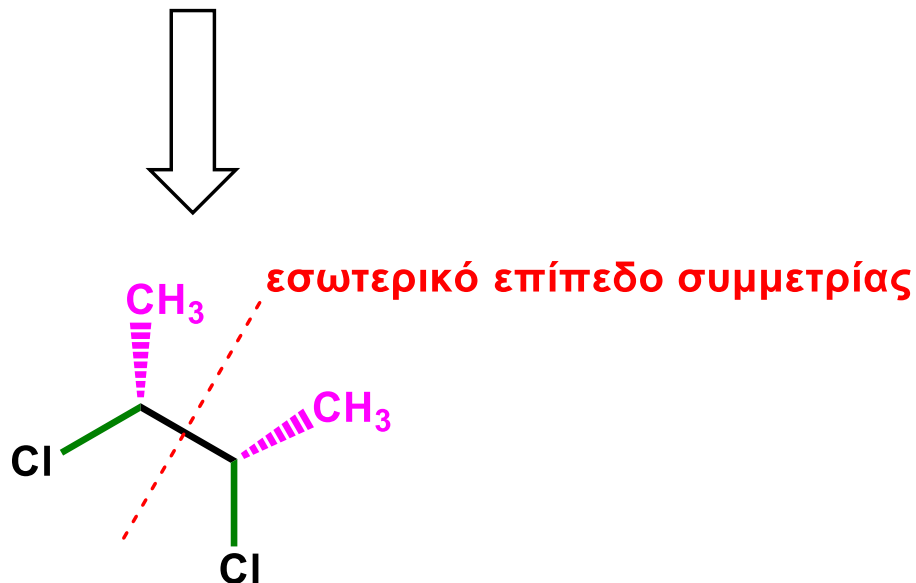
Οπτική ισομέρεια

Παράδειγμα 4.7: Προσδιορίστε τη στερεοδιάταξη της παρακάτω ένωσης. Είναι οπτικώς ενεργή η ανενεργή;



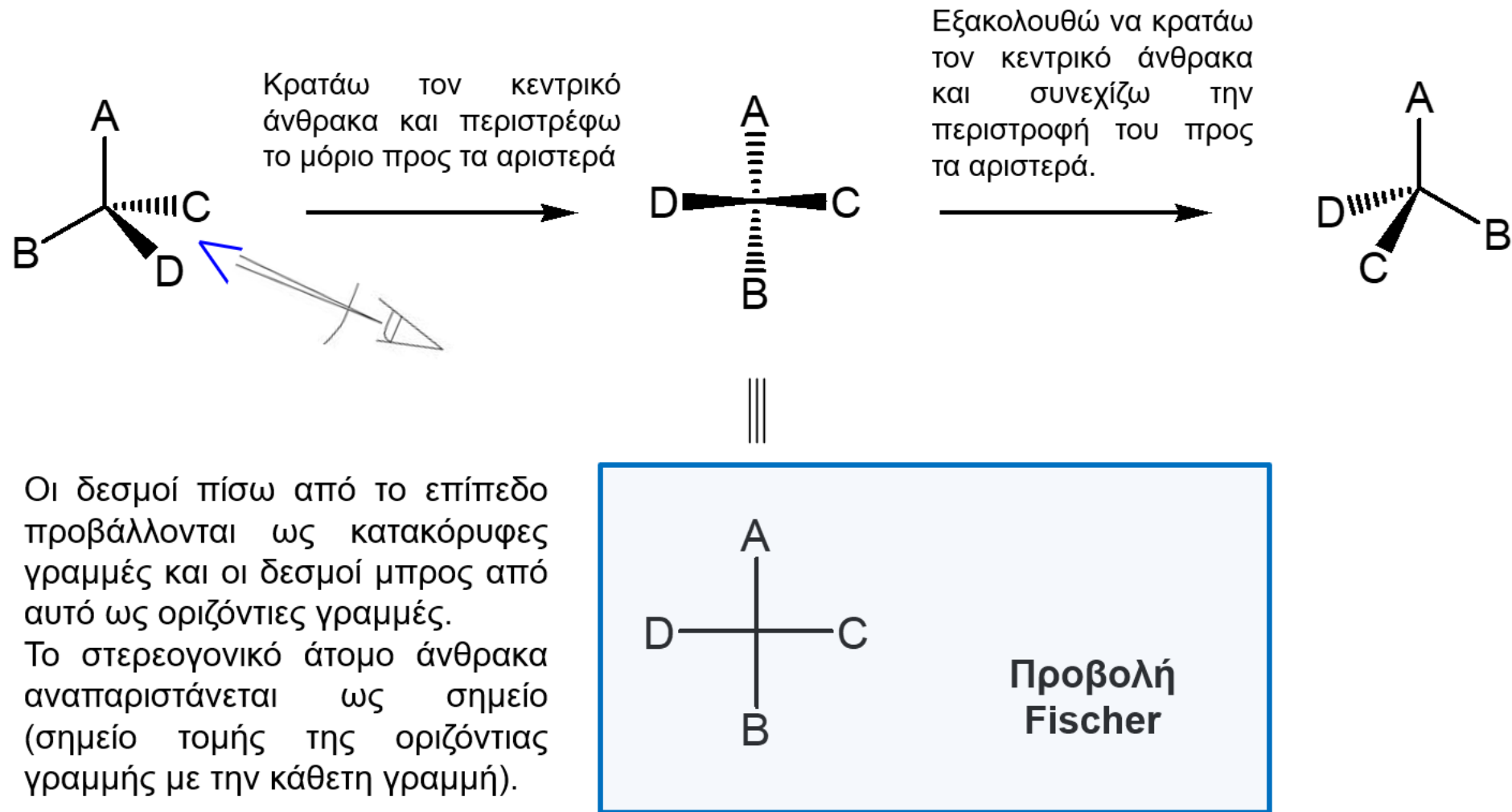
2R - 3S

Οπτικώς ανενεργή διότι έχει επίπεδο συμμετρίας (Μεσομορφή)



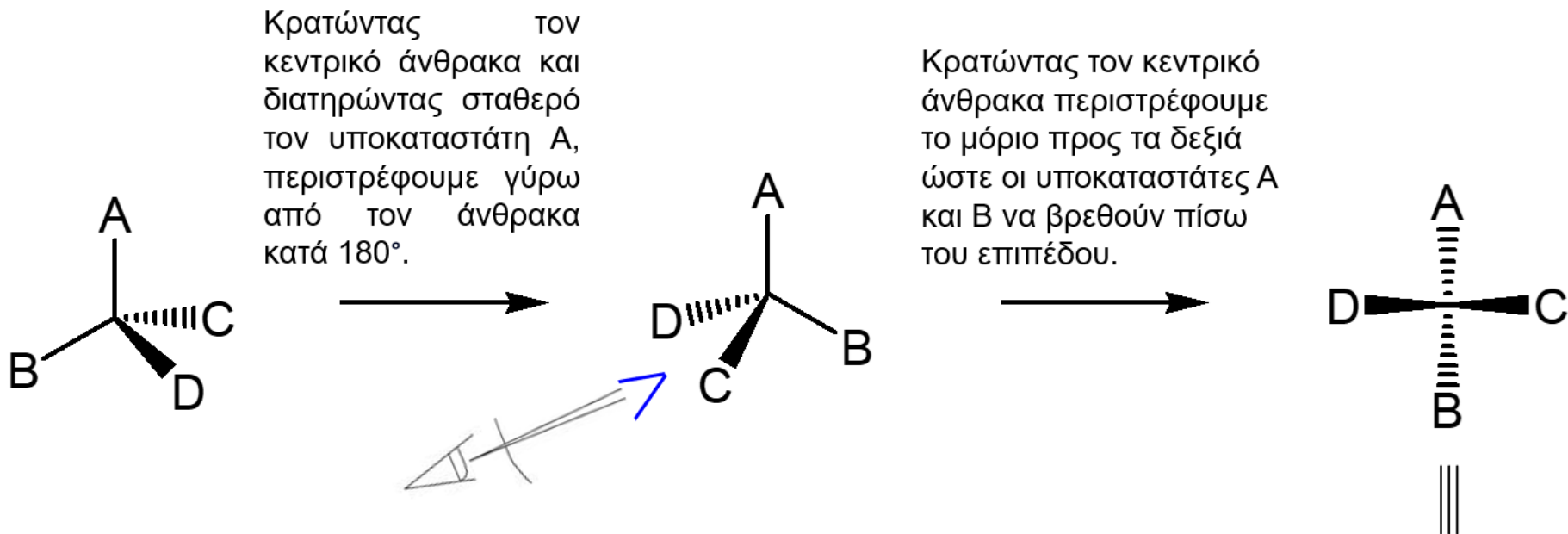
Προβολές Fischer

Άλλοι τρόποι αναπαράστασης δομών στο χώρο -
Προβολές Fischer σε δομές με ένα ασύμμετρο κέντρο

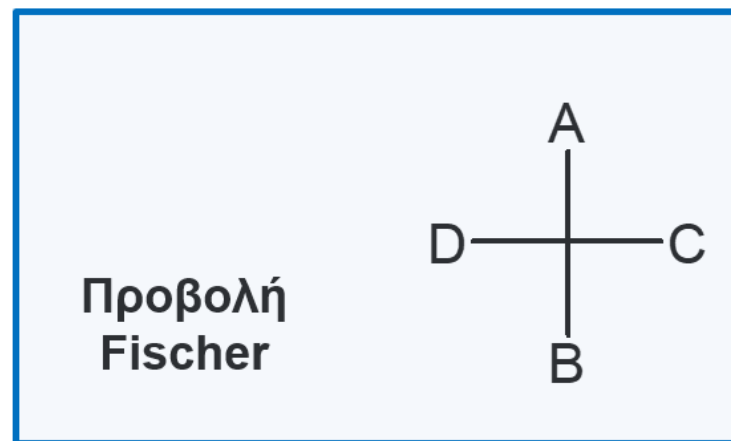


Προβολές Fischer

Προφανώς και το μόριο θα μπορούσε να περιστραφεί και διαφορετικά. π.χ.



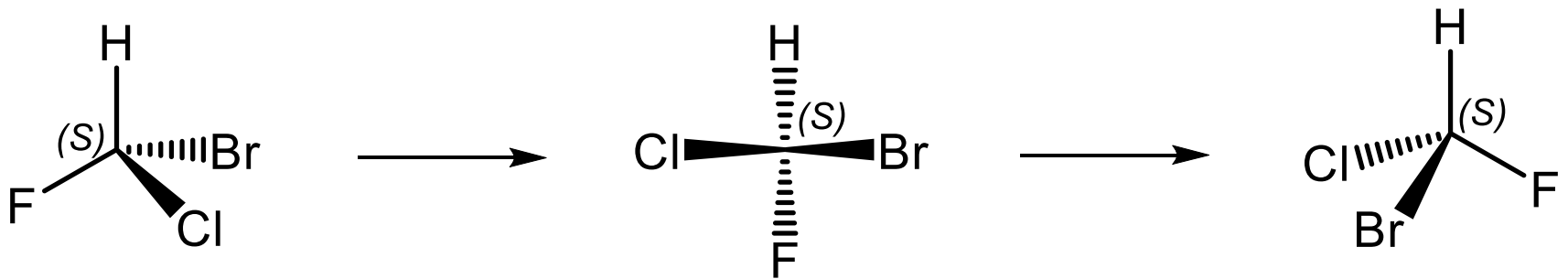
Και πάλι όμως η προβολή Fischer έχει τη συγκεκριμένη διαμόρφωση.



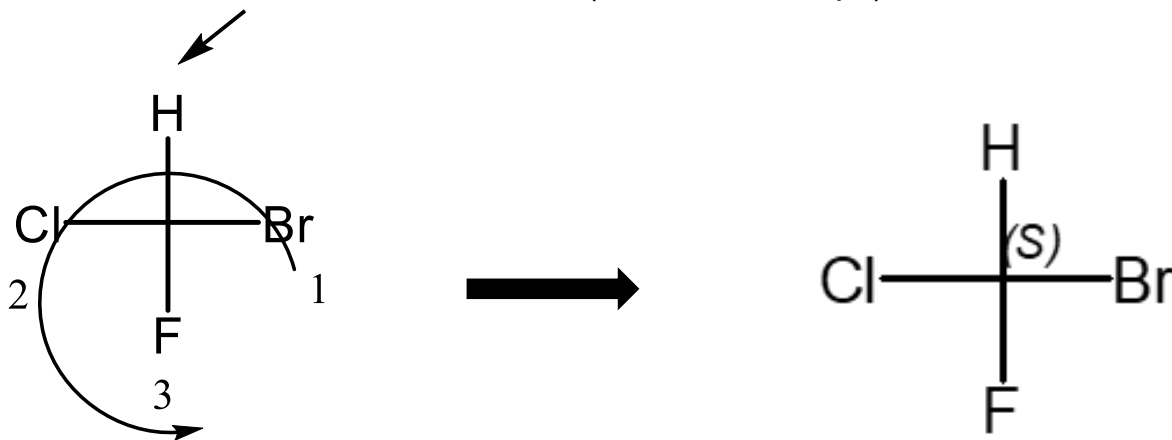
Προβολές Fischer

Εύρεση στερεοχημικής απεικόνισης σε προβολή Fischer

Εφόσον ο υποκαταστάτης με προτεραιότητα 4 βρίσκεται πίσω από το επίπεδο, εφαρμόζουμε τις μεθόδους που ξέρουμε. π.χ.

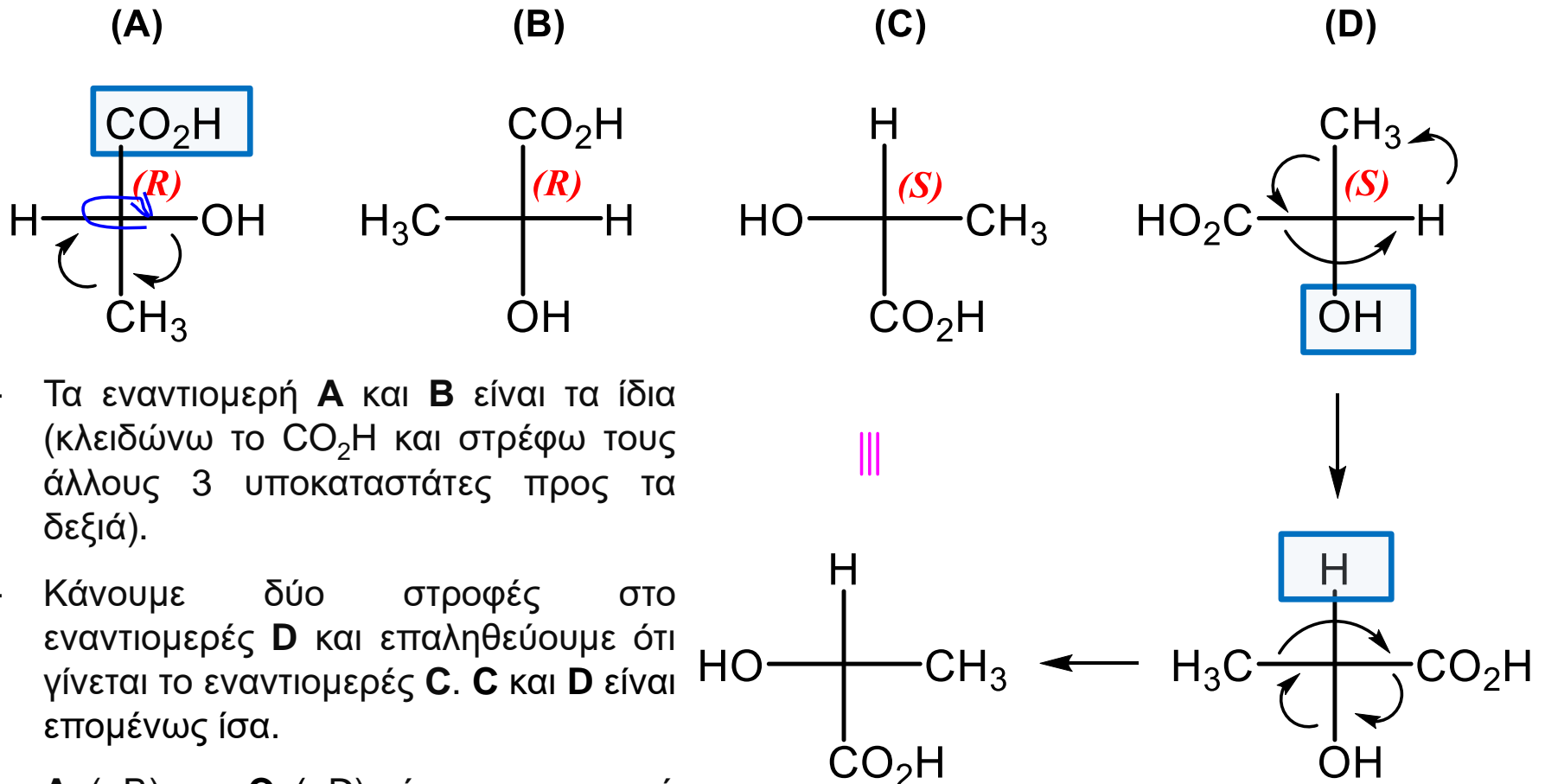


Δεν λαμβάνεται υπόψη αφού είναι πίσω του επιπέδου (είναι σωστά δηλ.)



Προβολές Fischer

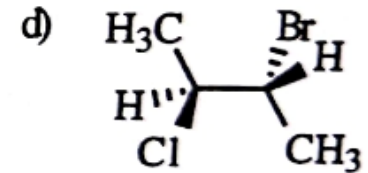
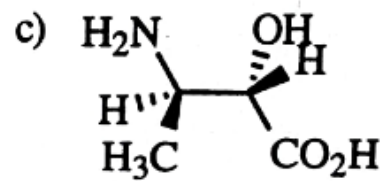
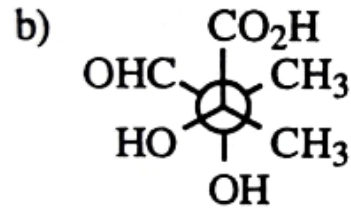
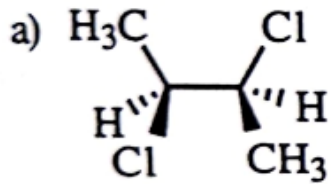
Παράδειγμα 4.7: Ποιες από τις προβολές Fischer για το γαλακτικό οξύ, $\text{CH}_3\text{CH}(\text{OH})\text{CO}_2\text{H}$, αναπαριστούν το ίδιο εναντιομερές;



- Τα εναντιομερή **A** και **B** είναι τα ίδια (κλειδώνω το CO_2H και στρέφω τους άλλους 3 υποκαταστάτες προς τα δεξιά).
- Κάνουμε δύο στροφές στο εναντιομερές **D** και επαληθεύουμε ότι γίνεται το εναντιομερές **C**. **C** και **D** είναι επομένως ίσα.
- **A** (=B) και **C** (=D) είναι εναντιομερή μεταξύ τους.

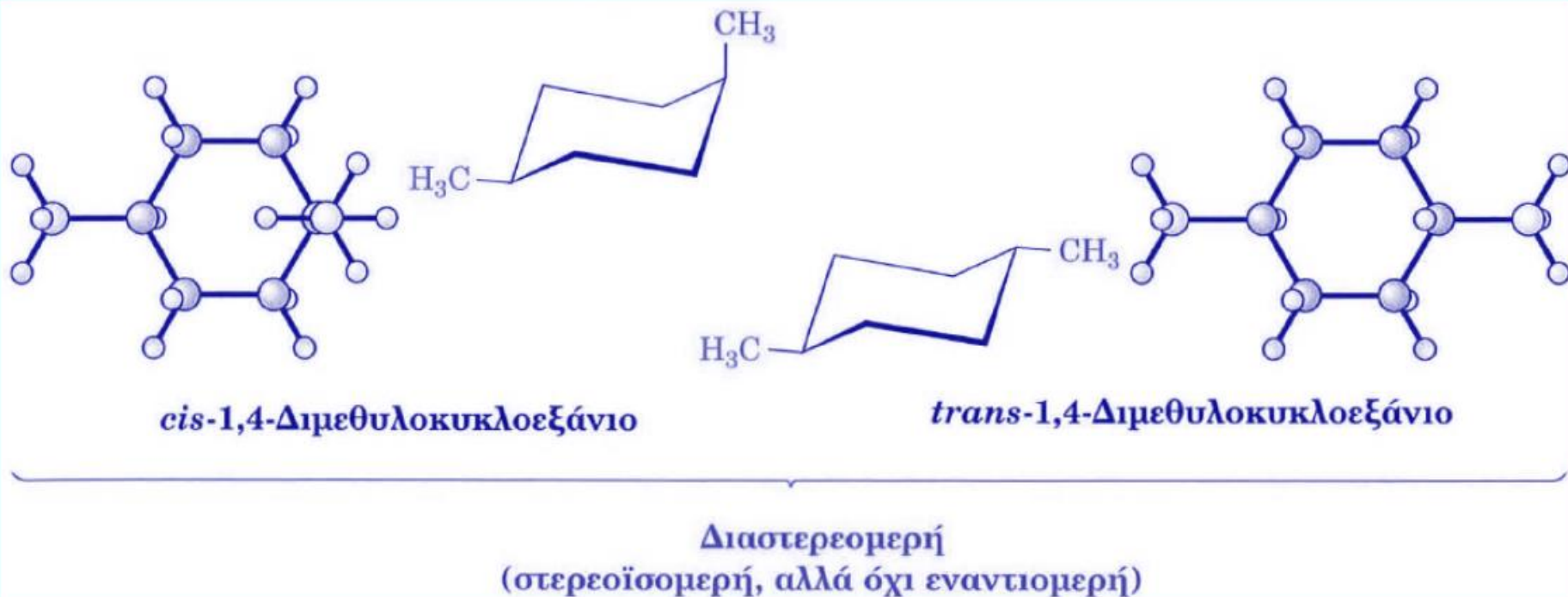
Προβολές Fischer

Άσκηση 4.6: Βρείτε τις προβολές Fischer για τις ακόλουθες ενώσεις και προσδιορίστε τη στερεοδιάταξή τους.



Σημείωμα συνδυασμού μεταξύ των κεφαλαίων 3 και 4 ...

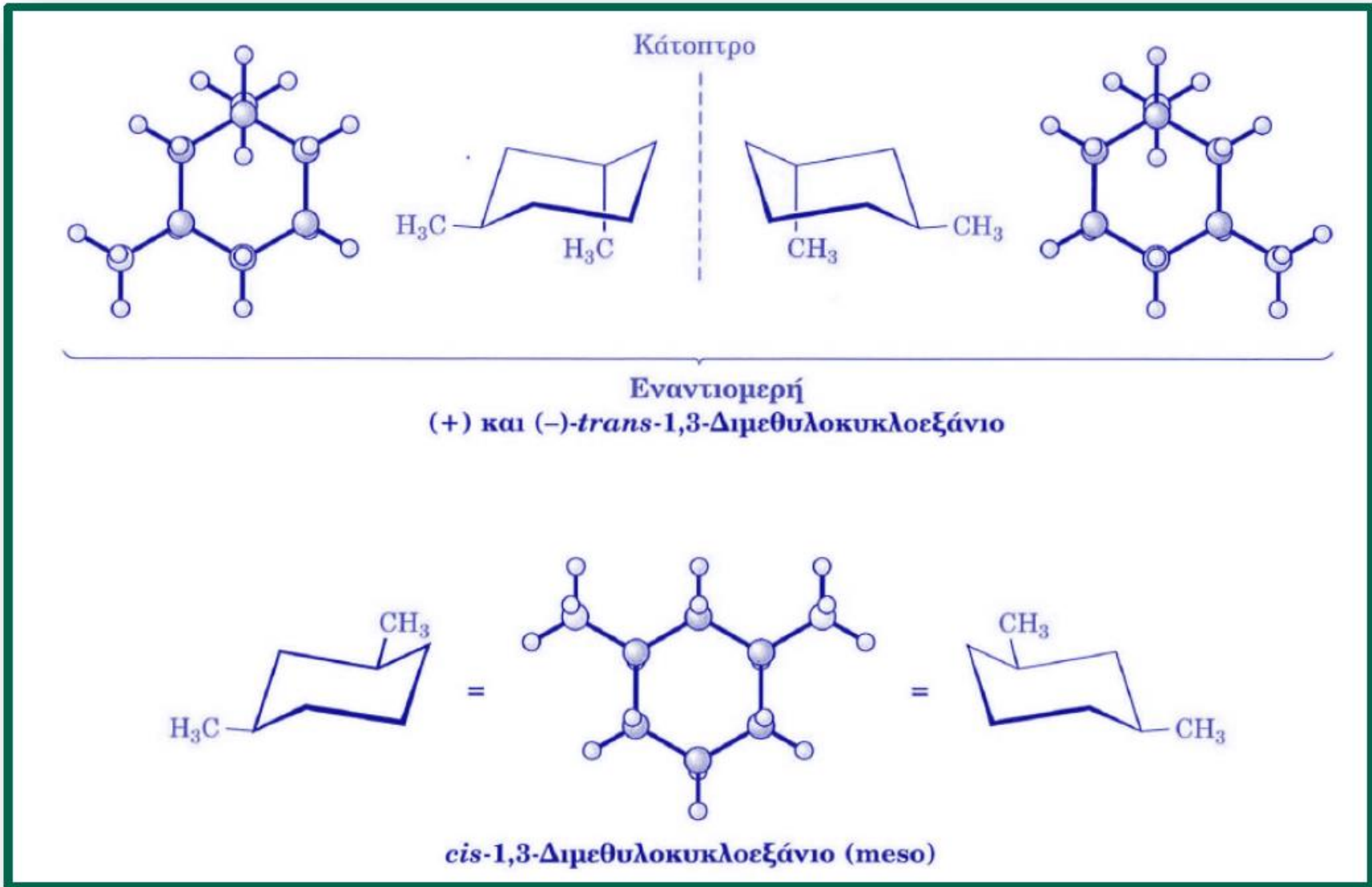
1,4-Διυποκατεστημένα κυκλοεξάνιο



Τα 1,4-διυποκατεστημένα κυκλοεξάνια διαθέτουν επίπεδο συμμετρίας, που διέρχεται ανάμεσα από τους δύο υποκαταστάτες και ανάμεσα από τους άνθρακες C1 και C4 του δακτυλίου.

Σημείωμα συνδυασμού μεταξύ των κεφαλαίων 3 και 4 ...

1,3-Διυποκατεστημένα κυκλοεξάνιο



Σημείωμα συνδυασμού μεταξύ των κεφαλαίων 3 και 4 ...

1,2-Διυποκατεστημένα κυκλοεξάνιο

