



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΠΑΤΡΩΝ
UNIVERSITY OF PATRAS

Τμήμα Μηχανικών
Περιβάλλοντος,
Πολυτεχνική Σχολή

Οργανική Χημεία

5^η Ενότητα (α)

Γαλάνη Απ. Αγγελική, Χημικός PhD
Εργαστηριακό Διδακτικό Προσωπικό, (Ε.ΔΙ.Π.)



➤ Στερεοχημεία

I. Εναντιομέρεια

II. Πολωμένο φως - Οπτική Ενεργότητα – Ρακεμικό μίγμα – Ονοματολογία εναντιομερών

III. Διαστερομέρεια

IV. Μεσο-ενώσεις

V. Χειρομορφία σε άτομα N, P, S

VI. Προχειρομορφία

VII. Χειρομορφία στη φύση



Ισομερή

Ίδιος Μ.Τ. διαφορετικές δομές

Στερεοϊσομερή

Τα άτομα συνδέονται με την ίδια σειρά όμως διαφέρουν στον προσανατολισμό στο χώρο

Συντακτικά ισομερή

Διαφέρουν στη σειρά σύνδεσης των ατόμων

Εναντιομερή

Σχέση ειδώλου-αντικειμένου

Διαστερομερή

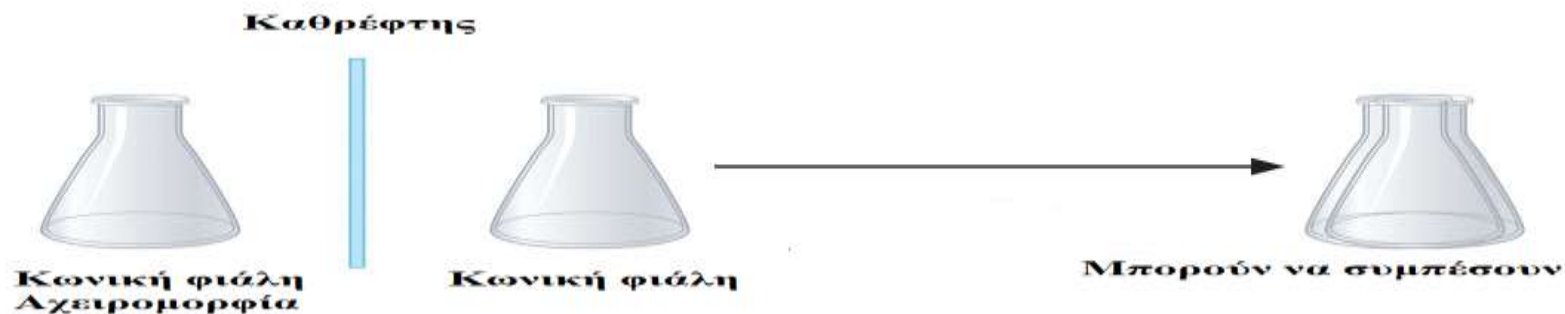
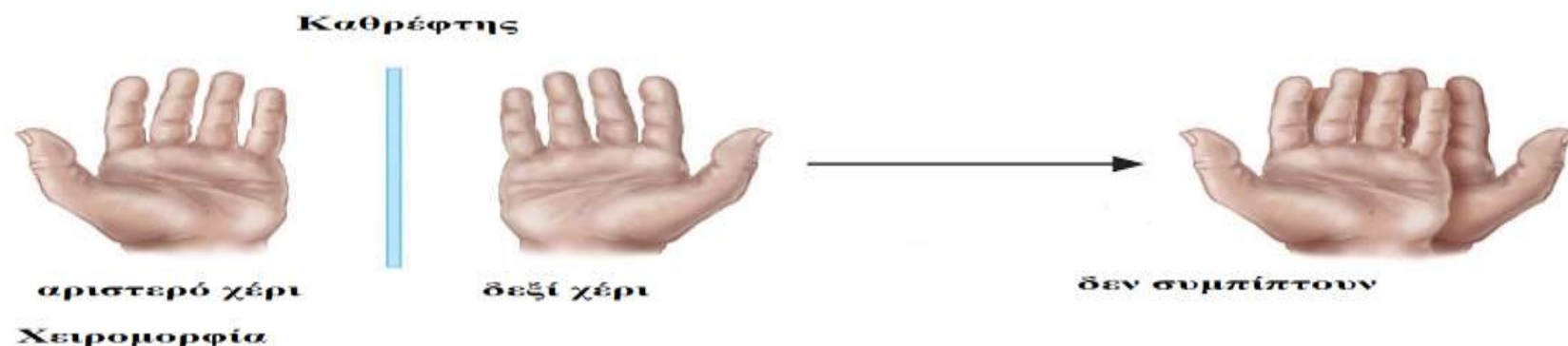
- A. Διαστερομερία απεικόνισης
- B. Cis-trans Διαστερομερία



Εναντιομερή

Υπάρχουν αντικείμενα που είναι τα ίδια με τα είδωλα τους και άλλα που δεν είναι, (δεν έχουν επίπεδο συμμετρίας).

Το δεξί μας χέρι δεν είναι ίδιο με το αριστερό έχουν σχέση ειδώλου - αντικειμένου, (κατοπτρική).

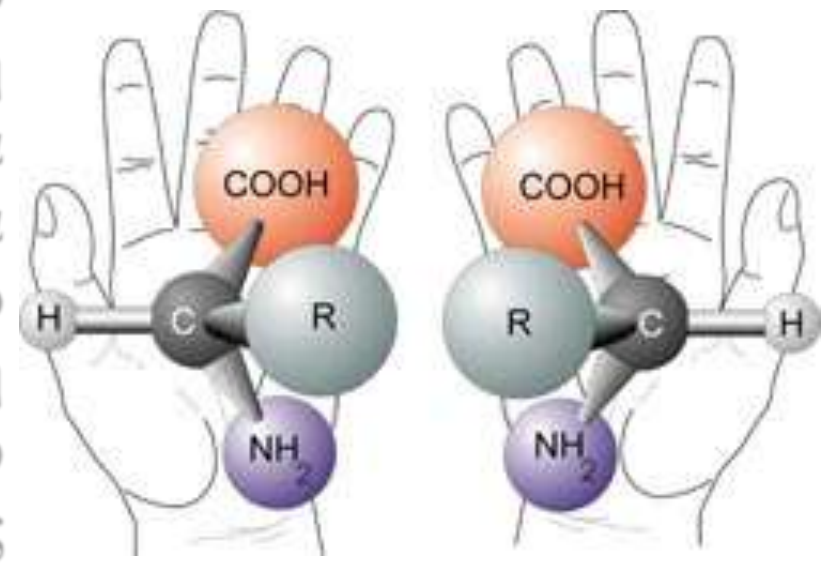


<https://chem.libretexts.org>



Χειρομορφία: Μόρια που τα άτομά τους έχουν τέτοια διάταξη στο χώρο ώστε να μην ταυτίζονται με το κατοπτρικό τους είδωλο, ονομάζονται χειρόμορφα.

Η χειρομορφία παίζει πολύ μεγάλο ρόλο στην οργανική και στη βιολογική χημεία, διότι πάρα πολλά φάρμακα, και σχεδόν όλα τα μόρια στον ανθρώπινο οργανισμό εμφανίζουν «χειρική εξειδίκευση». Τα ένζυμα που καταλύουν τις βιοχημικές αντιδράσεις είναι χειρόμορφα.



<https://el.wikipedia.org/wiki>



Τερατογέννεση

Αγγελική Απ. Γαλανή

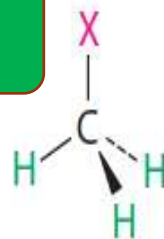
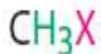
Καταπραϋντικό



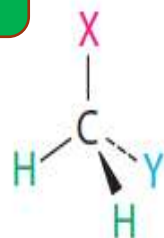
Αίτιο χειρομορφίας στα μόρια

Ο πιο συνηθισμένος, όμως όχι ο μοναδικός λόγος στον οποίο οφείλεται η χειρομορφία στα οργανικά μόρια, είναι η ύπαρξη τετραεδρικού ατόμου C συνδεδεμένου με τέσσερις διαφορετικούς υποκαταστάτες.

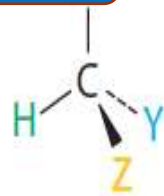
A. Μη χειρόμορφο



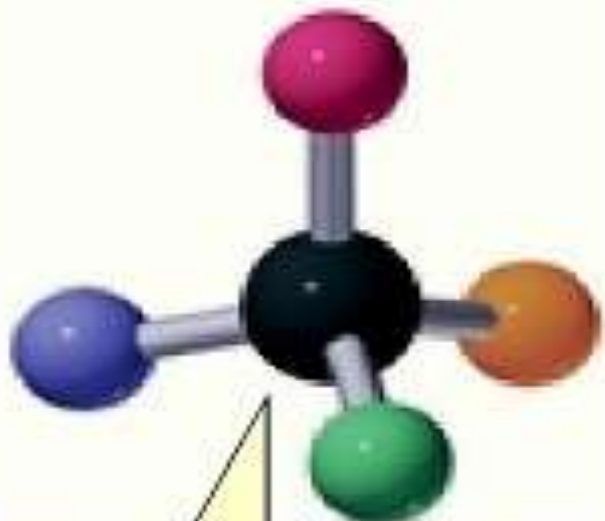
B. Μη χειρόμορφο



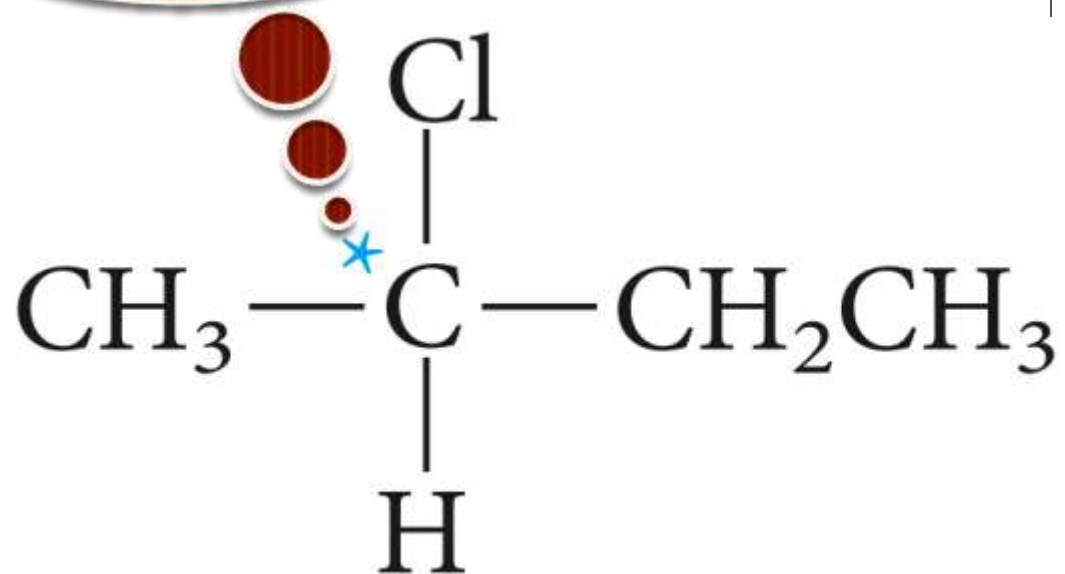
Γ. Χειρόμορφο



Τέτοια άτομα C, λέγονται
ασύμμετρα κέντρα ή κέντρα
χειρομορφίας ή στερεογονικά
κέντρα.



Ένα ασύμμετρο άτομο άνθρακα



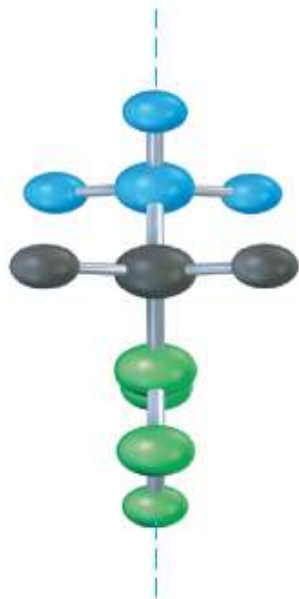


Για να είναι χειρόμορφο ένα μόριο δεν πρέπει να διαθέτει επίπεδο συμμετρίας

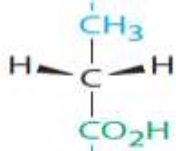
(α)



(β)

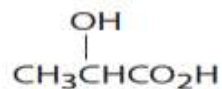
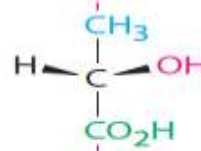


Επίπεδο
συμμετρίας

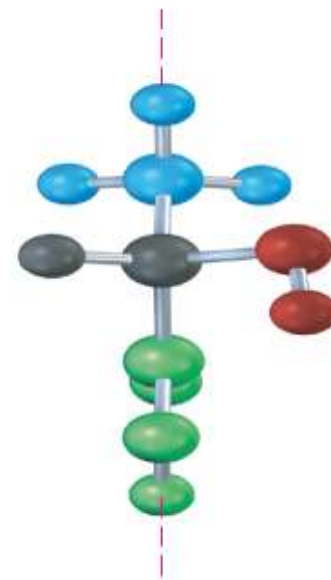


Προπανοϊκό οξύ
(μη χειρόμορφο)

ΔΕΝ είναι
επίπεδο
συμμετρίας



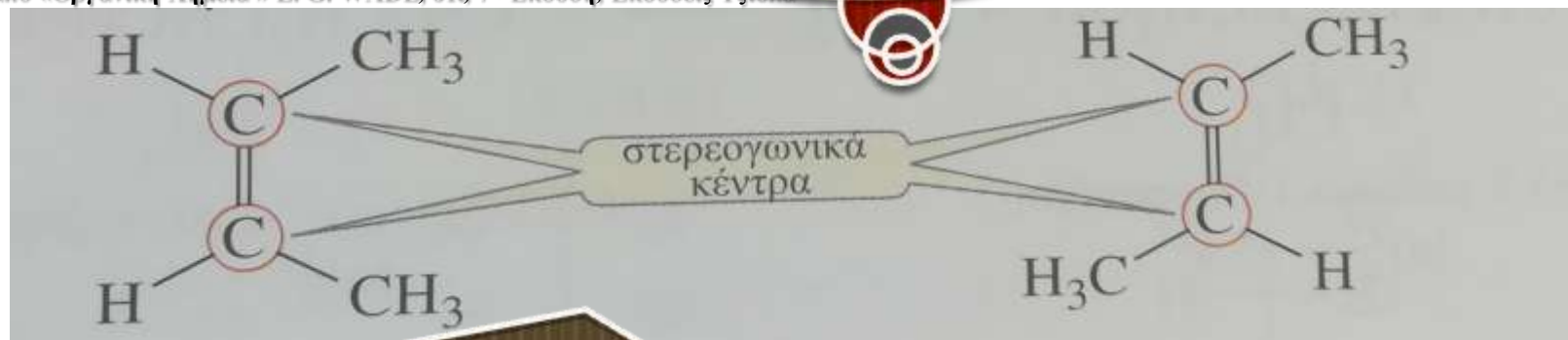
Γαλακτικό οξύ
(χειρόμορφο)



Εικόνα από «Οργανική Χημεία» John McMurry, 9^η Έκδοση
Αγγελική Απ. Γαλάνη

Ο ορισμός στερεογονικά κέντρα, συμπεριλαμβάνει εκτός από τα χειρόμορφα κέντρα, (αυτά δηλαδή με τους 4 διαφορετικούς υποκαταστάτες), και τους άνθρακες διπλών δεσμών που σχηματίζουν *cis-trans* ισομερή.

Εικόνα από «Οργανική Χημεία» L. G. WADE, JR, 7^η Έκδοση, Εκδόσεις Τζιόλα



Δηλαδή ως στερεογονικό κέντρο ορίζεται εκείνο το άτομο από την ανταλλαγή δύο ομάδων του οποίου προκύπτει ένα στερεοϊσομερές.

Ασκήσεις

1. Σχεδιάστε τις συμπυκνωμένες δομές, και υποδείξτε τα ασύμμετρα άτομα C εάν υπάρχουν, των εξής ενώσεων:

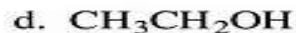
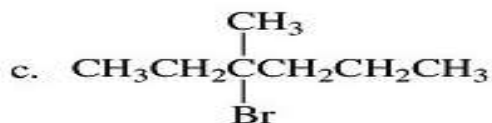
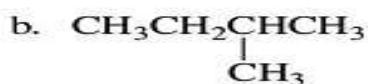
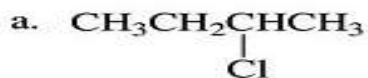
I. 4-Οκτανόλη

II. 2-Βρωμοβουτάνιο

III. 2,4-Διμέθυλοεξάνιο

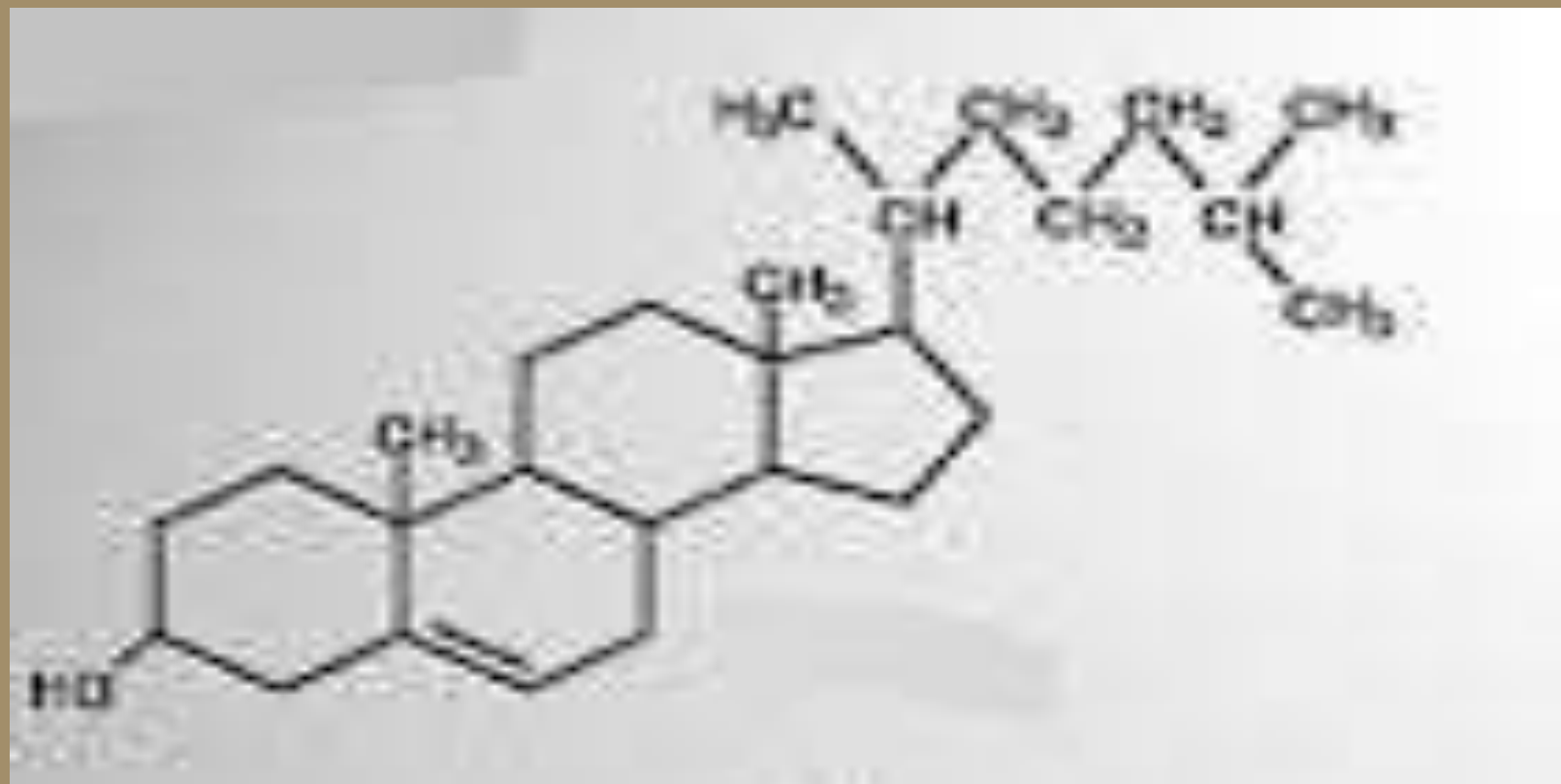
IV. Προπανοϊκό οξύ

2. Ποιες από τις ακόλουθες ενώσεις έχουν ασύμμετρο άτομο C; Υποδείξτε ποιο είναι αυτό.



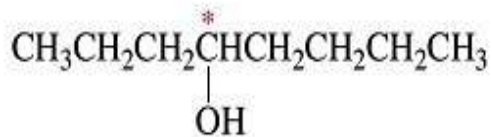
Ασκήσεις

3. Υποδείξτε τα ασύμμετρα άτομα C στο μόριο της χοληστερόλης.

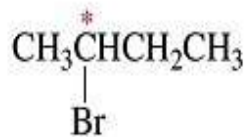


Απαντήσεις

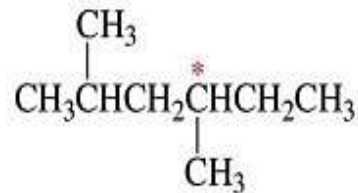
1. $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COOH}$ δεν έχει ασύμμετρο άτομο C



4-Οκτανόλη

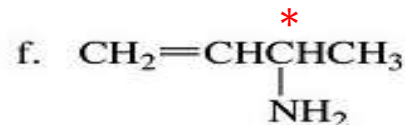
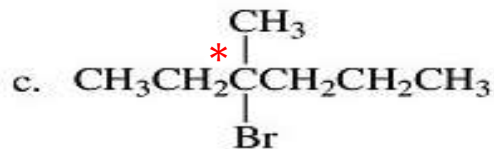
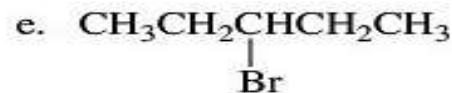
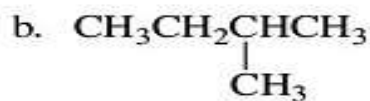


2-Βρωμοβουτάνιο



2,4-Διμέθυλοεξάνιο

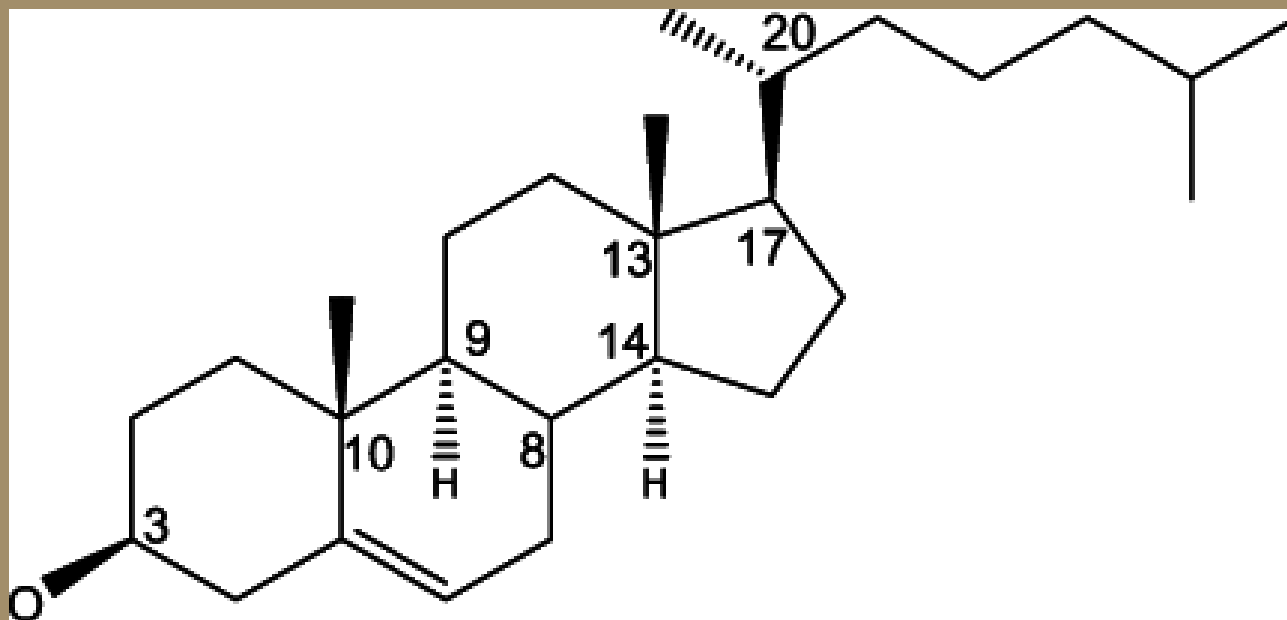
2. Οι ενώσεις που έχουν ασύμμετρο άτομο C, φαίνονται παρακάτω.





Απαντήσεις

3. Χοληστερόλη.



https://www.researchgate.net/publication/225706367_Molecular_Biosignatures



Οπτική ενεργότητα

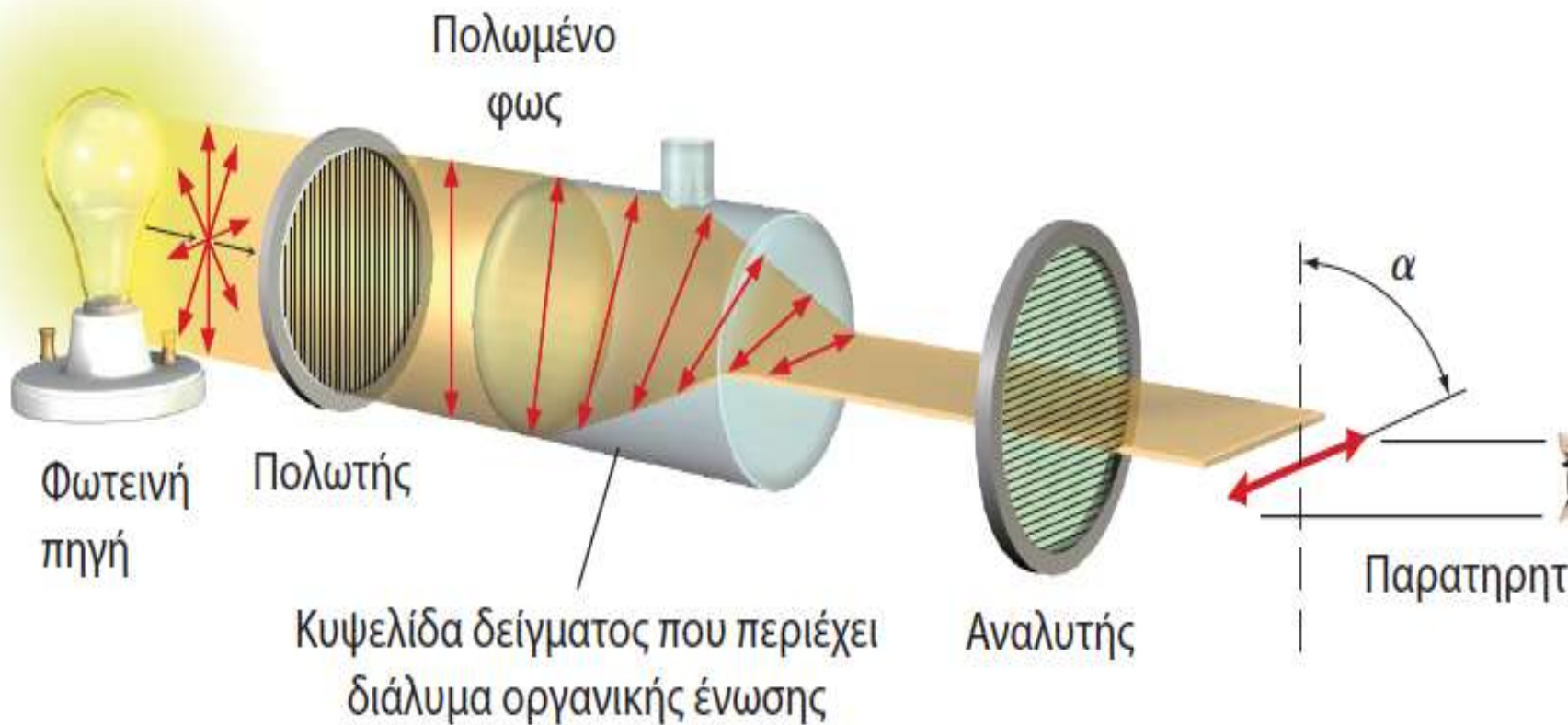
Ο Jean - Batiste Biot (αρχές 19^{ου} αιώνα), έκανε την πολύ σημαντική ανακάλυψη ότι όταν δέσμη πολωμένου στο επίπεδο φωτός περάσει από διάλυμα κάποιων οργανικών ενώσεων σαν τη ζάχαρη, το επίπεδο πόλωσης του φωτός στρέφεται κατά γωνία α .

Μόνο ενώσεις που χαρακτηρίζονται οπτικά ενεργές, έχουν αυτή την ιδιότητα.





Μη πολωμένο
φως



Εικόνα από «Οργανική Χημεία» John McMurry, 9^η Έκδοση ΠΕΚ



Οπτική στροφή α

Ως ειδική στροφή $[\alpha]_D$ μιας ένωσης, ορίζεται η στροφή που παρατηρείται όταν το μήκος κύματος του φωτός είναι 589,6 nm, το μήκος της κυψελίδας 1 dm και η συγκέντρωση του δείγματος 1 g / cm³.

$$[\alpha]_D = \alpha / (l \times C)$$

Όπου:

- α: Παρατηρούμενη γωνία στροφής σε μοίρες (°).
- l: μήκος κυψελίδας που περιέχει το διάλυμα της ουσίας σε dm.
- c: Συγκέντρωση διαλύματος g / cm³.

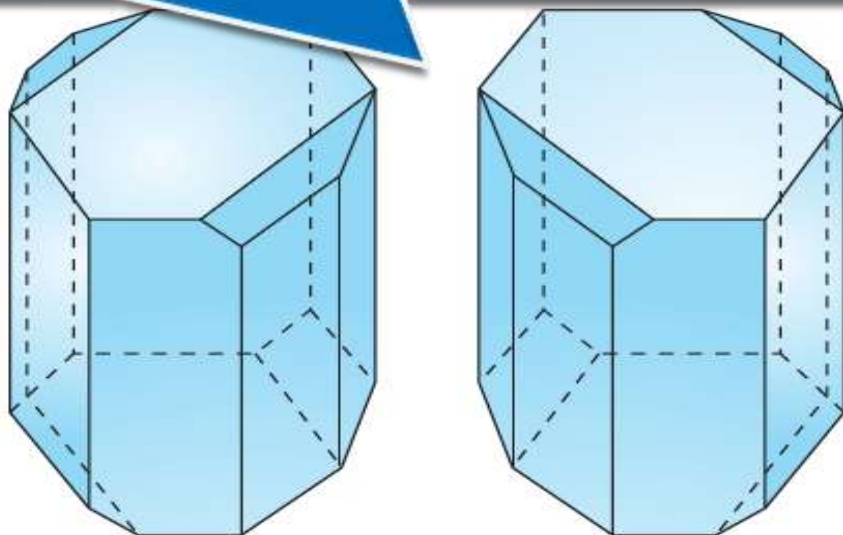
Η ειδική στροφή είναι φυσική σταθερά, χαρακτηριστική για κάθε οπτικά ενεργή ένωση. Ο προσδιορισμός της, βρίσκει εφαρμογή στη βιομηχανία τροφίμων για την ταυτοποίηση σακχάρων και για την εύρεση της συγκέντρωσης σακχαρούχων διαλυμάτων, στη βιομηχανία φαρμάκων για τον έλεγχο της καθαρότητας των φαρμακευτικών παρασκευασμάτων, και στην διεξαγωγή βιοχημικών εξετάσεων, όπως αυτή για τον προσδιορισμό των επιπέδων σακχάρου και πρωτεϊνών στα ούρα .

Ένωση	$[\alpha]_D$	Ένωση	$[\alpha]_D$
Πενικιλίνη V	+ 233	Χοληστερόλη	- 31,5
Σακχαρόζη	+ 66,47	Μορφίνη	- 132
Καμφορά	+ 44,26	Κοκαΐνη	- 16
Χλωροφόρμιο	0	Οξικό οξύ	0

Εικόνα από «Οργανική Χημεία» John McMurry, 9^η Έκδοση ΠΕΚ

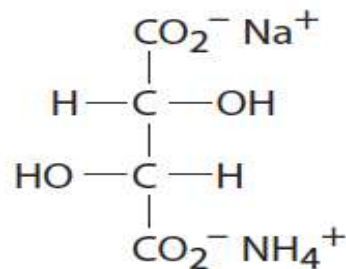
Louis Pasteur: Ανακάλυψε τα εναντιομερή

Απεικονίσεις κρυστάλλων τρυγικού νατρίου-αμμωνίου από τον Παστέρ. Ο ένας κρύσταλλος είναι δεξιόστροφος σε διάλυμα και ο άλλος αριστερόστροφος.



Εικόνα από «Οργανική Χημεία» John McMurry, 9^η Έκδοση ΠΕΚ

Αγγελική Απ. Γαλάνη



Τρυγικό νάτριο-αμμώνιο



Τα εναντιομερή, ονομάζονται και οπτικά
ισομερή και παρουσιάζουν ίδιες φυσικές
ιδιότητες.

Είναι οπτικά ενεργές ενώσεις και η
διαφορά τους αφορά στην αλληλεπίδρασή
τους με το πολωμένο στο επίπεδο φως.

Η ονομασία των εναντιομερών μπορεί να γίνει με
δύο τρόπους:

- ❖ Με τα σύμβολα R και S
- ❖ Με τα σύμβολα D και L



Ρακεμικό μίγμα

- Ονομάζεται το μείγμα ισομοριακών ποσοτήτων δύο εναντιομερών, το οποίο δεν στρέφει το επίπεδο του πολωμένου φωτός, γιατί η δράση του ενός εναντιομερούς, εξουδετερώνει τη δράση του άλλου.
- Τα ρακεμικά μίγματα, συμβολίζονται με (\pm). Αυτό γιατί περιέχουν τις ίδιες ποσότητες δεξιόστροφου (+) και αριστερόστροφου (-), εναντιομερούς.



**Κανόνες προτεραιότητας
προσδιορισμού στερεοαπεικόνισης,
(τριδιάστατη διάταξη υποκαταστατών σε
στερεογονικό κέντρο) (κανόνες Cahn-
Ingold-Prelog)**



1) Κατατάσσονται τα τέσσερα άτομα τα οποία άμεσα συνδέονται με το στερεογονικό κέντρο με βάση τον ατομικό τους αριθμό.

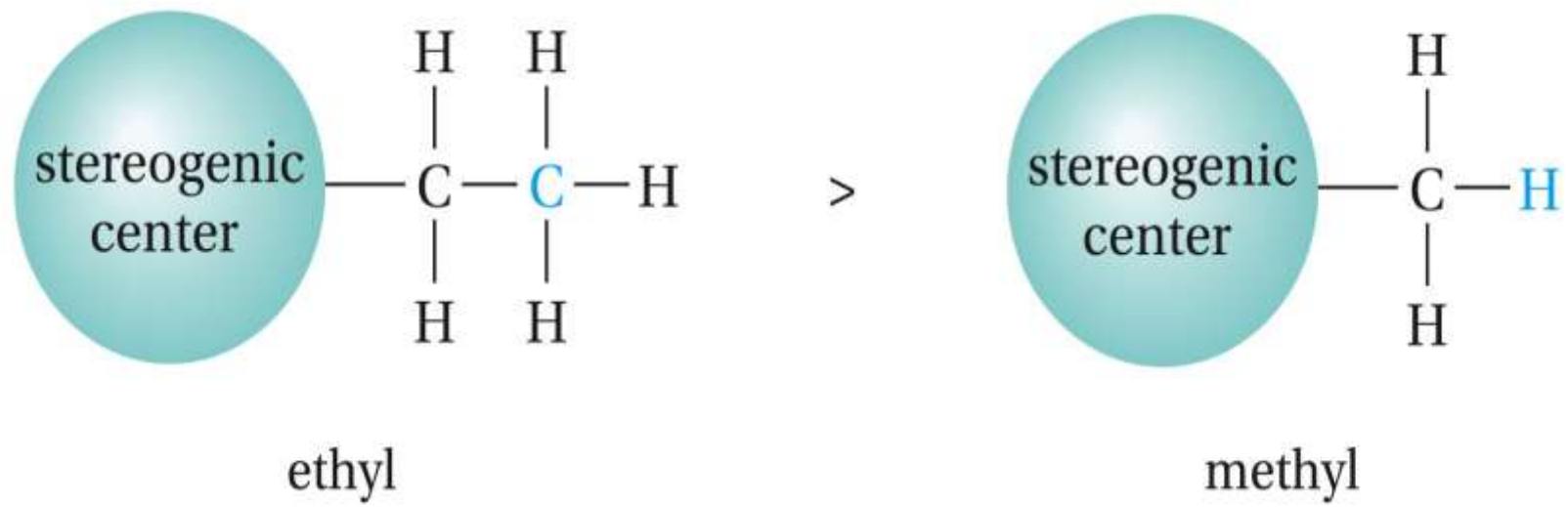
Η σειρά κατάταξης των πιο συχνά απαντούμενων ατόμων σε οργανικές ενώσεις είναι η εξής:



← Αύξηση σειράς προτεραιότητας



2) Στην περίπτωση που κάποια από τα άτομα που συνδέονται άμεσα με το στερεογονικό κέντρο είναι ίδια, εξετάζονται τα δεύτερα άτομα για να βρεθεί η σειρά προτεραιότητας.



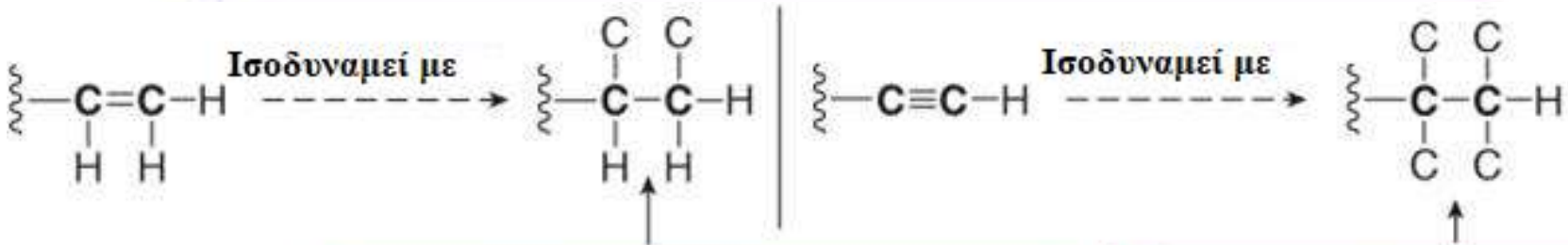


3) Όταν υπάρχουν άτομα που είναι συνδεδεμένα με πολλαπλούς δεσμούς, τα θεωρούμε ισοδύναμα με ίσο αριθμό ατόμων συνδεδεμένων με απλούς δεσμούς.

Συνδεδεμένο εδώ με στερεογονικό κέντρο



Αυτός ο άνθρακας συνδέεται με 2 O

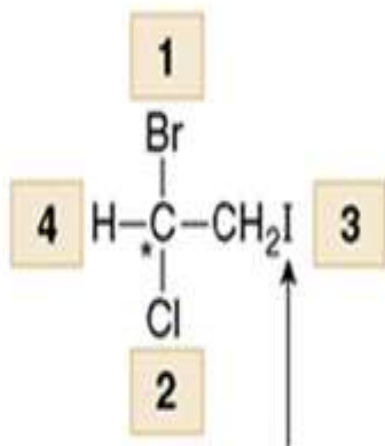


Κάθε άτομο που συμμετέχει στο διπλό δεσμό σχεδιάζεται 2 φορές.

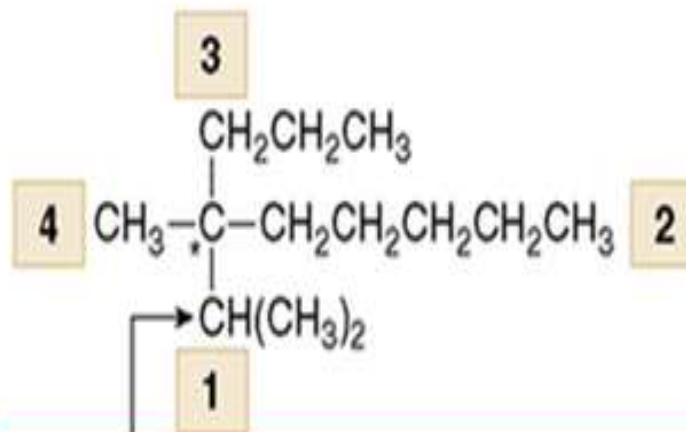
Κάθε άτομο που συμμετέχει στον τριπλό δεσμό, σχεδιάζεται 3 φορές.



Παράδειγμα



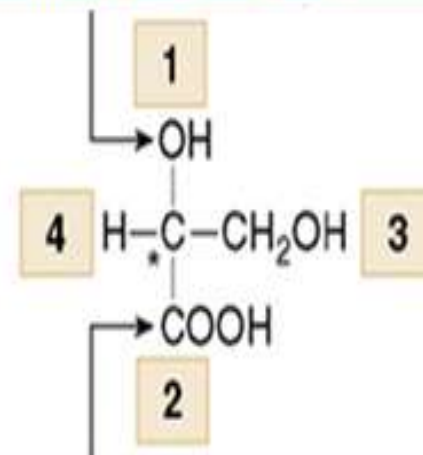
Το I, δεν είναι άμεσα συνδεδεμένο με το στερεογονικό κέντρο



Αυτός είναι ο C υψηλότερης προτεραιότητας γιατί συνδέεται με άλλα 2 άτομα C

[* = στερεογονικό κέντρο]

Το άτομο με το μεγαλύτερο ατομικό αριθμό και την 1η σειρά προτεραιότητας.



Αυτός ο C, συνδέεται με τρία άτομα οξυγόνου.



Προσδιορισμός στερεοχημικής απεικόνισης



Προβολή Fisher

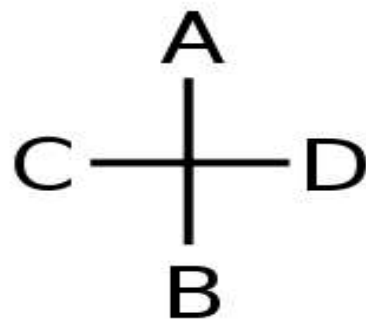
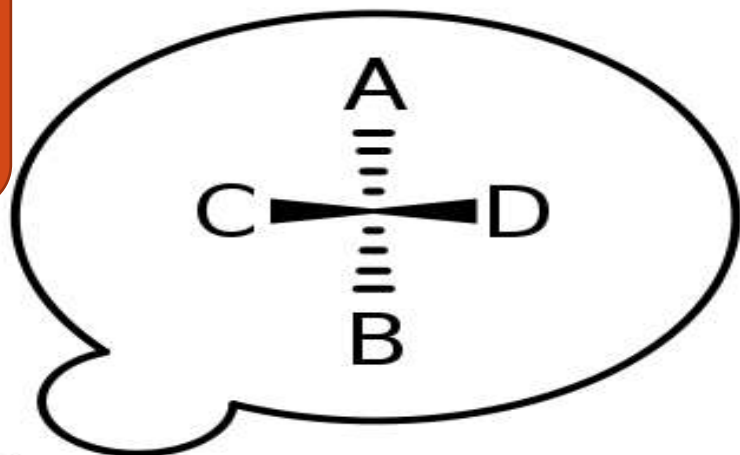
Προοπτική προβολή



Δεσμοί
στο
επίπεδο
της
σελίδας

Δεσμός που
κατευθύνεται
κάτω από
το επίπεδο της
σελίδας

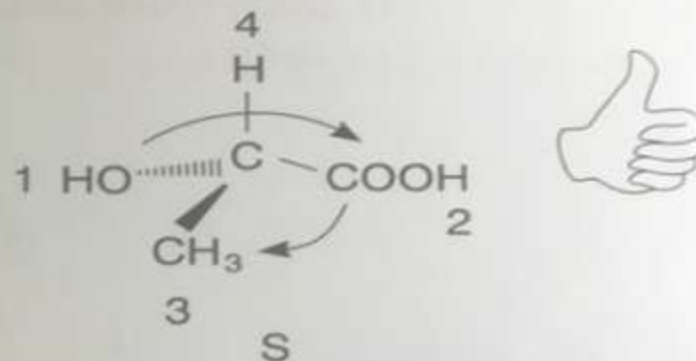
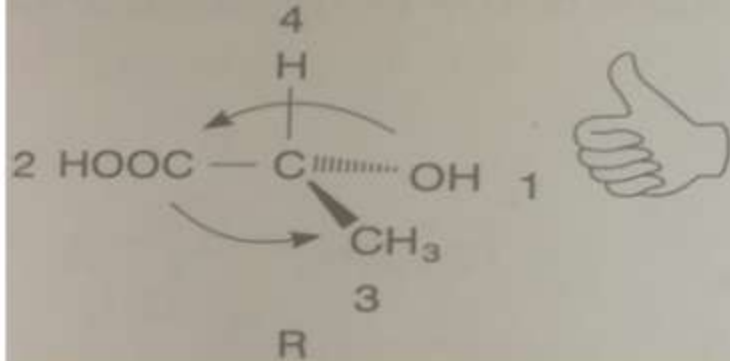
Δεσμός που
κατευθύνεται
πάνω από
το
επίπεδο της
σελίδας





Τρόπος εύρεσης R και S στερεοχημικής διάταξης

Εικόνα από: Βασική Οργανική Χημεία Ιωακείμ Σπηλιόπουλος, Εκδόσεις, Αθ. Σταμούλης, 2008



1. Καθορίζουμε τη σειρά προτεραιότητας των υποκαταστατών.
2. Τοποθετούμε τον αντίχειρα έτσι ώστε να δείχνει τον υποκαταστάτη μικρότερης προτεραιότητας και κλείνουμε τα δάχτυλα.
3. Εάν τα κλειστά δάχτυλα του δεξιού χεριού δείχνουν τη φορά κίνησης $1 \longrightarrow 2 \longrightarrow 3$, η απεικόνιση είναι R, (από τη λατινική λέξη Rectus).
4. Εάν τα κλειστά δάχτυλα του αριστερού χεριού, δείχνουν την φορά κίνησης $1 \longrightarrow 2 \longrightarrow 3$, η απεικόνιση είναι S (από τη λατινική λέξη sinister).



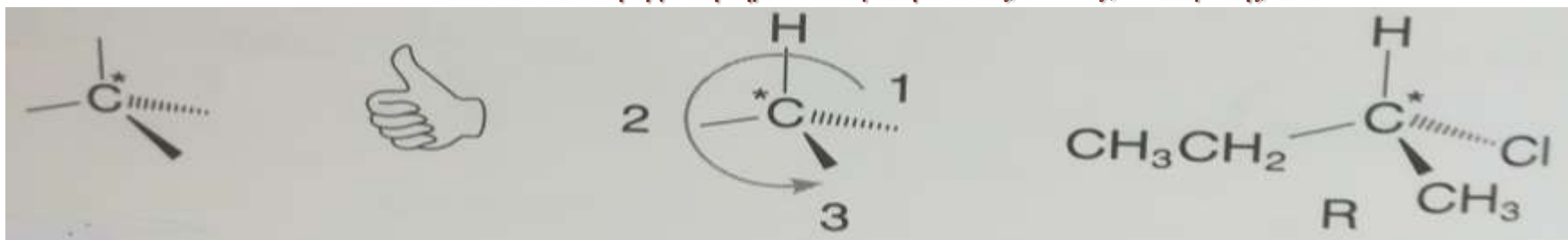
Παράδειγμα

Πηγή: Βασική Οργανική Χημεία, Ιωακείμ Σπηλιόπουλος, Εκδόσεις Σταμούλης, 2008

Να σχεδιαστεί το R εναντιομερές του 2-χλωροβουτανίου.

1. Γράφουμε τη μερικώς συμπυγμένη δομή $\text{CH}_3\text{-}^*\text{C}\text{-CH}_2\text{CH}_3$
 Cl
2. Προσδιορίζουμε τη σειρά προτεραιότητας των τεσσάρων υποκαταστατών του $^*\text{C}$. Αυτή είναι η εξής: $\text{Cl} > \text{CH}_2\text{CH}_3 > \text{CH}_3 > \text{H}$
3. Σχεδιάζουμε το ασύμμετρο άτομο C με τους τέσσερεις δεσμούς.
4. Τοποθετούμε το H που είναι ο υποκαταστάτης με τη μικρότερη προτεραιότητα πάνω και τους υπόλοιπους έτσι ώστε τα κλειστά δάχτυλα του δεξιού χεριού, να δείχνουν φορά από τον υποκαταστάτη της μεγαλύτερης προτεραιότητας προς εκείνον της μικρότερης.

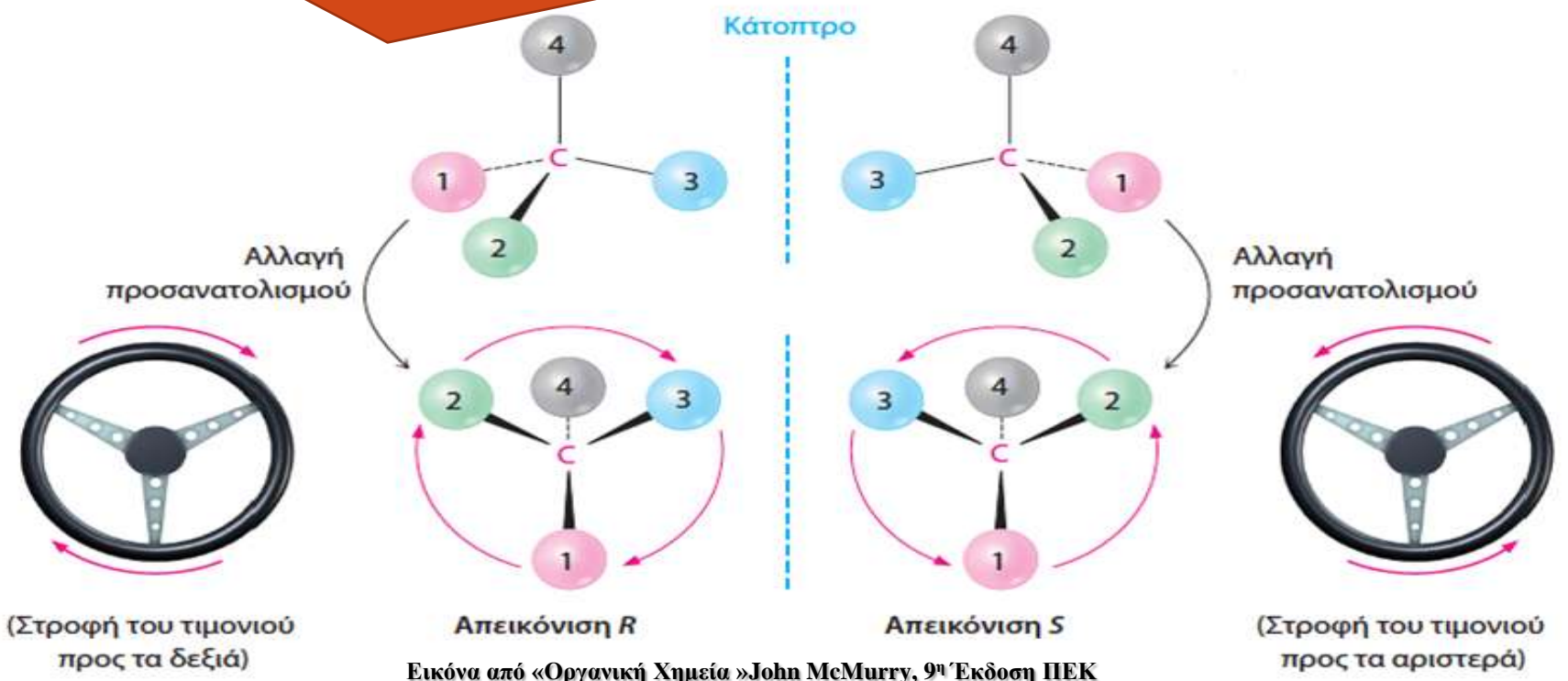
Εικόνα από: Βασική Οργανική Χημεία Ιωακείμ Σπηλιόπουλος, Εκδόσεις, Αθ. Σταμούλης, 2008





ΆΛΛΟΣ ΤΡΟΠΟΣ ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΥ

Η ομάδα με τη χαμηλότερη προτεραιότητα, η 4, κατευθύνεται πίσω από το επίπεδο της σελίδας και οι υπόλοιπες σε σχήμα ακτίνων τιμονιού, προς την πλευρά αυτού που παρατηρεί. Στην περίπτωση που η κατεύθυνση 1→2→3 ακολουθεί τη φορά των δεικτών του ρολογιού τότε η απεικόνιση λέγεται R. Στην αντίθετη περίπτωση λέγεται S.



Εικόνα από «Οργανική Χημεία» John McMurry, 9^η Έκδοση ΠΕΚ

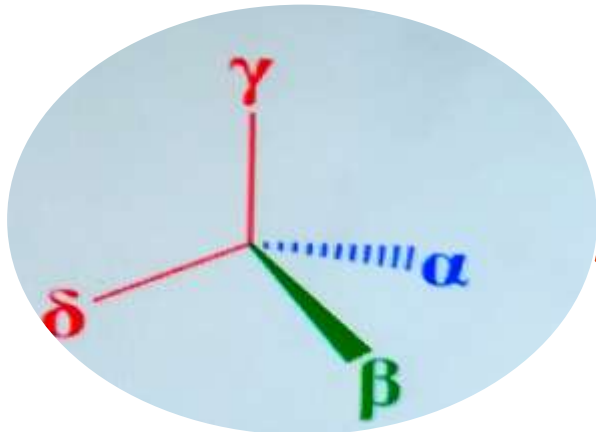


Εάν κάποιος υποκαταστάτης δεν έχει τη σωστή κατεύθυνση τότε κάνουμε μια από τις πιο κάτω ενέργειες:

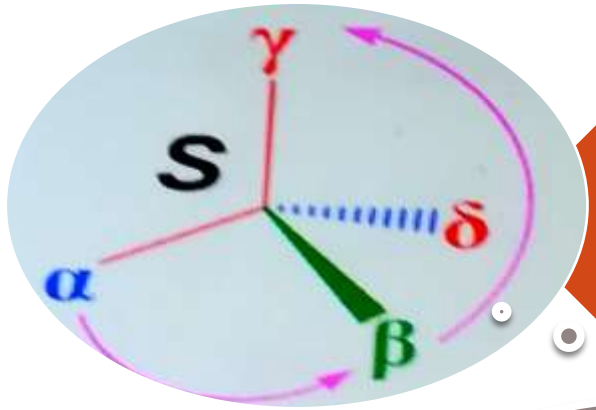
- i.** Ανταλλάσσουμε αμοιβαία τις θέσεις δύο υποκαταστατών. Τότε η νέα δομή που θα προκύψει θα έχει στερεοαπεικόνιση αντίθετη της αρχικής.
- ii.** Ανταλλάσσουμε αμοιβαία τις θέσεις όλων των υποκαταστατών. Τότε έχουμε την αρχική στερεοαπεικόνιση.
- iii.** Κρατούμε τον ένα υποκαταστάτη σταθερό και περιστρέφουμε τους άλλους τρεις διαδοχικά. Τότε έχουμε διατήρηση της αρχικής στερεοαπεικόνισης.



i. Αμοιβαία ανταλλαγή δυο υποκαταστατών



Αρχική δομή

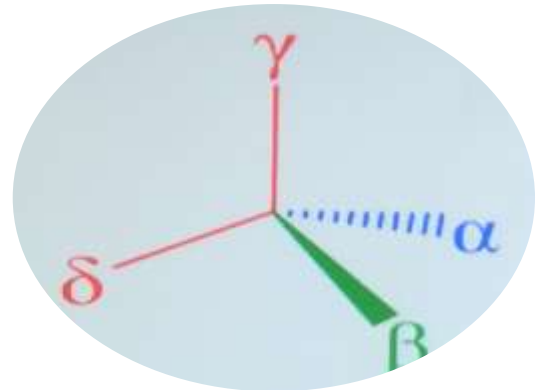


Αμοιβαία ανταλλαγή 2 υποκαταστατών υποθετική δομή

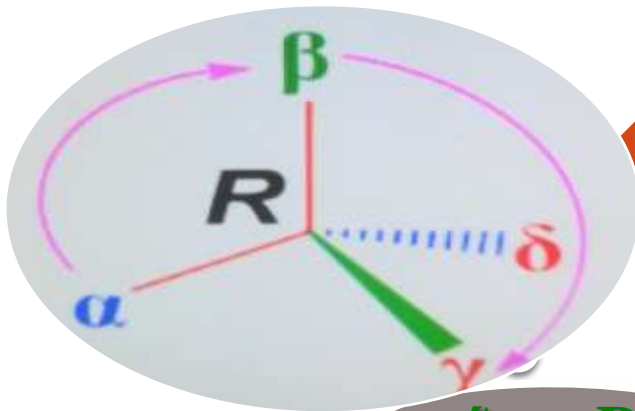
Άρα R η πραγματική δομή



ii. Αμοιβαία ανταλλαγή όλων των υποκαταστατών



Αρχική δομή

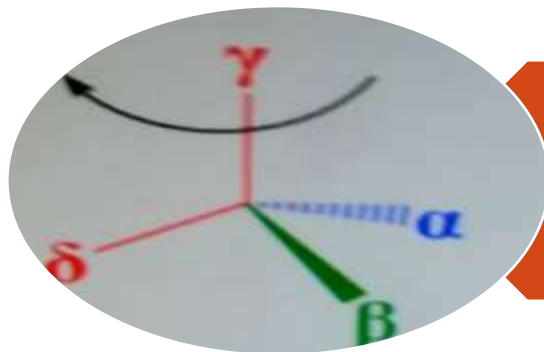


Αμοιβαία ανταλλαγή όλων των υποκαταστατών

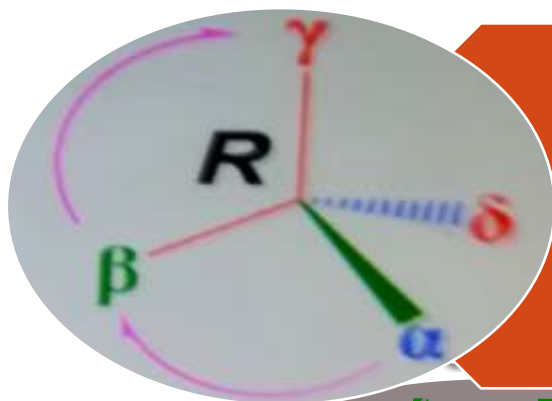
Άρα R και η πραγματική δομή



iii. Κρατούμε τον ένα υποκαταστάτη σταθερό και περιστρέφουμε τους άλλους τρεις διαδοχικά



Πραγματική δομή



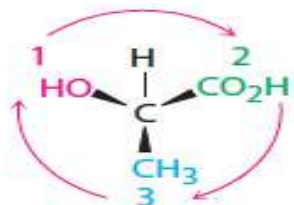
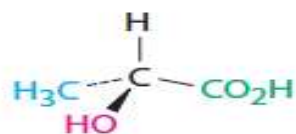
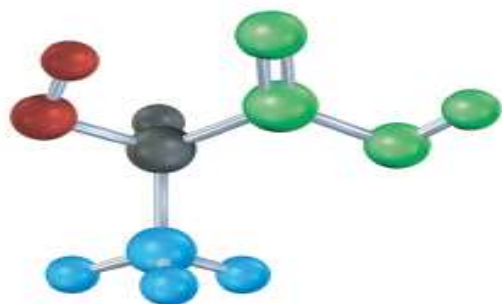
Κρατούμε τον ένα υποκαταστάτη σταθερό και περιστρέφουμε τους άλλους, γύρω από τον άξονα C-γ

Άρα R και η πραγματική δομή



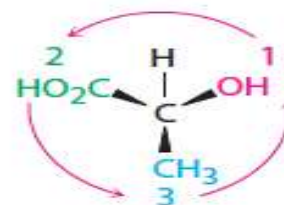
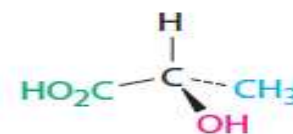
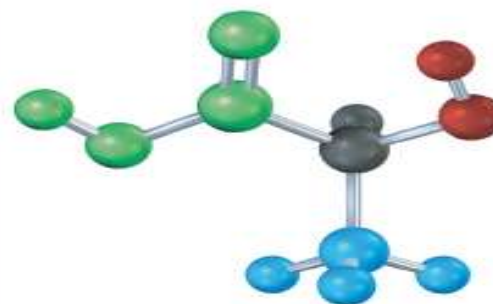
Στερεοαπεικόνιση του (R)-(-) γαλακτικού οξέος και του (S) – (+) γαλακτικού οξέος

(α)



Στερεοαπεικόνιση R
(-)-Γαλακτικό οξύ

(β)



Στερεοαπεικόνιση S
(+)-Γαλακτικό οξύ

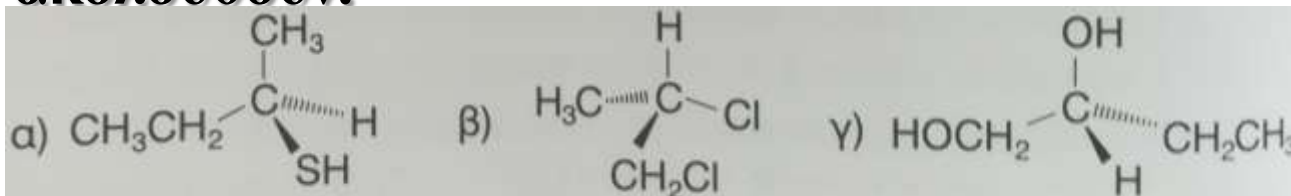
Εικόνα από «Οργανική Χημεία» John McMurry, 9^η Έκδοση ΠΕΚ



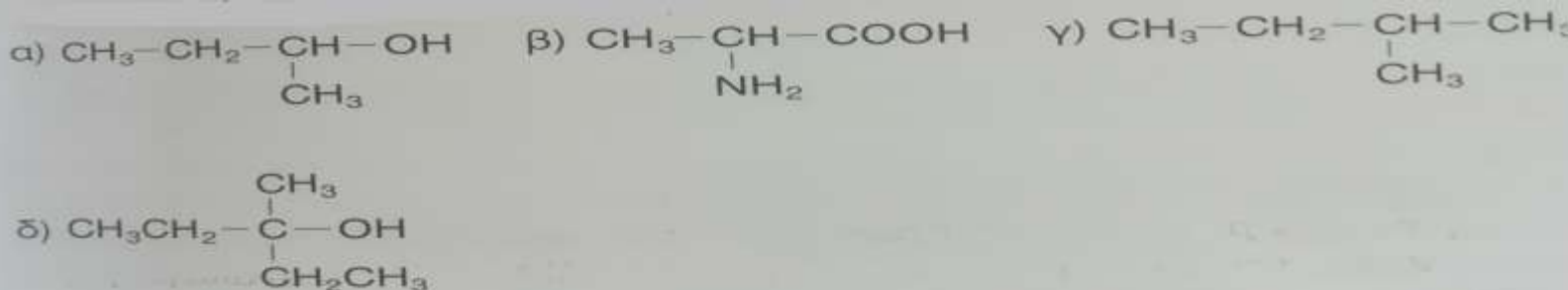
Ασκήσεις

Πηγή: Βασική Οργανική Χημεία, Ιωακείμ Σπηλιόπουλος, Εκδόσεις Σταμούλης, 2008

1. Χαρακτηρίστε ως R ή S, τις στερεοχημικές διατάξεις που ακολουθούν.



2. Ποιες από τις ενώσεις οι οποίες ακολουθούν είναι χειρικές;



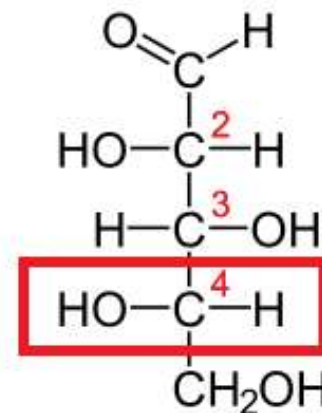
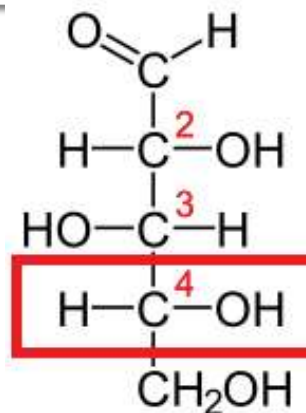
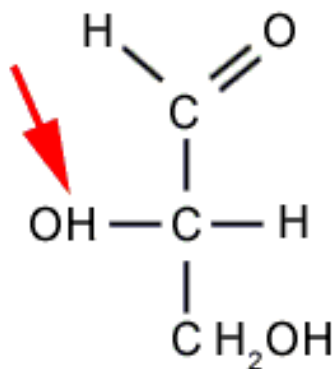
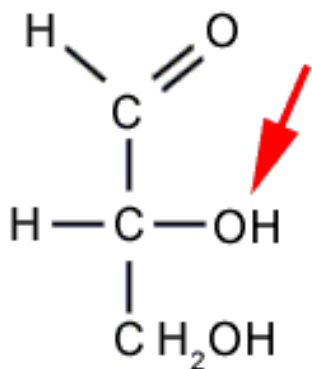
ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ

1. α) R β) S γ) R
2. Οι α και β



D L στερεοχημική διάταξη

Ο χαρακτηρισμός D και L, χρησιμοποιείται κατά κύριο λόγο για φυσικά προϊόντα όπως τα σάκχαρα και τα αμινοξέα.



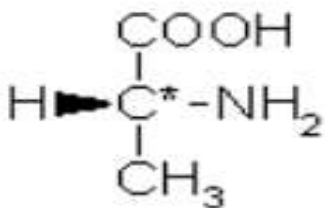
D- Γλυκεραλδεΐδη

L- Γλυκεραλδεΐδη

D- Ευλόζη

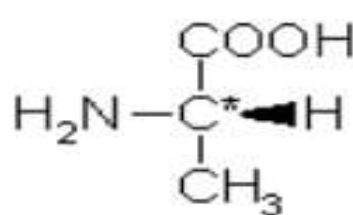
L- Ευλόζη

D- Αλανίνη



R(+)

L- Αλανίνη



S(-)

Τα δεξιόστροφα
σχεδιάστηκαν
αυθαίρετα να
έχουν την -OH ή
την -NH₂ δεξιά και
ονομάστηκαν D-

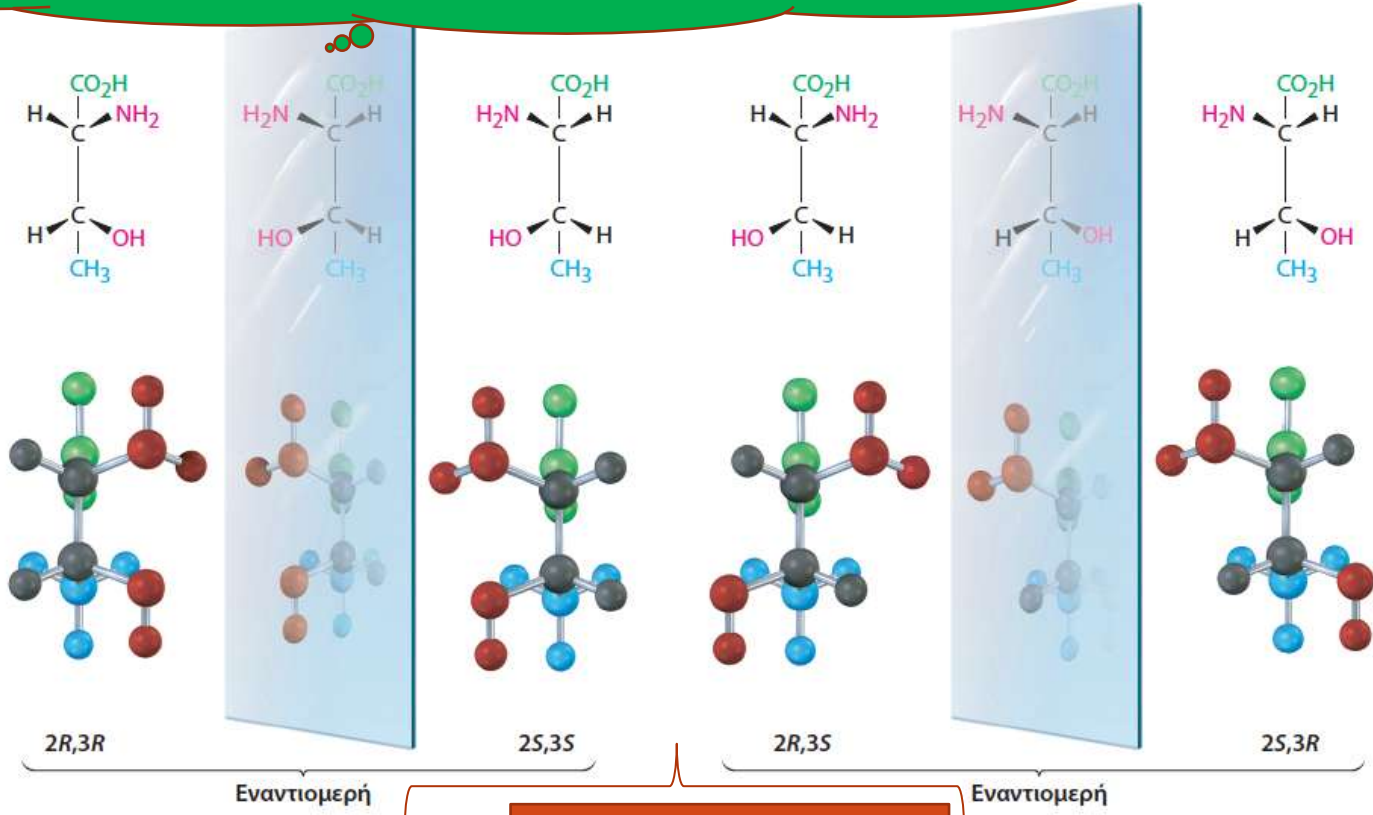


Διαστερομέρεια



Διαστερομέρεια, εμφανίζεται στα μόρια που έχουν 2 ή περισσότερα ασύμμετρα άτομα C.

2-αμινο-3-υδροξυβουτανοϊκό οξύ



Διαστερομερομερή

Εικόνα από «Οργανική Χημεία» John McMurry, 9^η Έκδοση ΠΕΚ



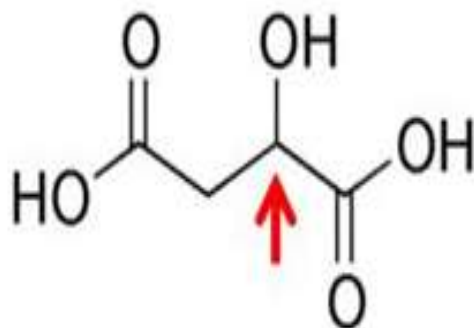
Διαστερομερή

- Διαφορετικές φυσικές ιδιότητες , (διαφορετικό σημείο ζέσεως, δείκτη διάθλασης, διαλυτότητα κ.ο.κ.) και παρόμοιες χημικές ιδιότητες.
- Δεν διαφέρουν μόνο στη φορά, αλλά διαφέρουν και στην τιμή της γωνίας στροφής του πολωμένου φωτός.
- Η στερεοχημική διάταξη ένωσης η οποία αποτελείται από 2 ή και περισσότερα ασύμμετρα άτομα C, καθορίζεται από τη στερεοχημική διάταξη όλων των ασύμμετρων ατόμων C τα οποία περιέχει. Αυτό σημαίνει πως εάν το 1^ο ασύμμετρο άτομο C έχει R διάταξη και το 2^ο έχει S, το συνολικό μόριο έχει διάταξη RS.

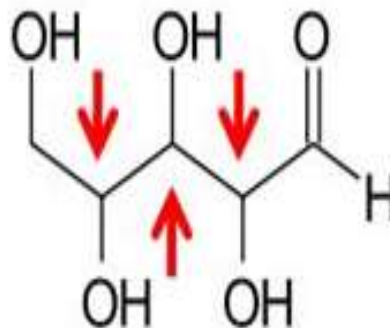


Εάν n είναι ο αριθμός των ασύμμετρων ατόμων C, τότε τα στερεοϊσομερή μπορεί να είναι μέχρι 2^n

Το μηλικό οξύ έχει μόνο 1 ασύμμετρο άτομο άνθρακα

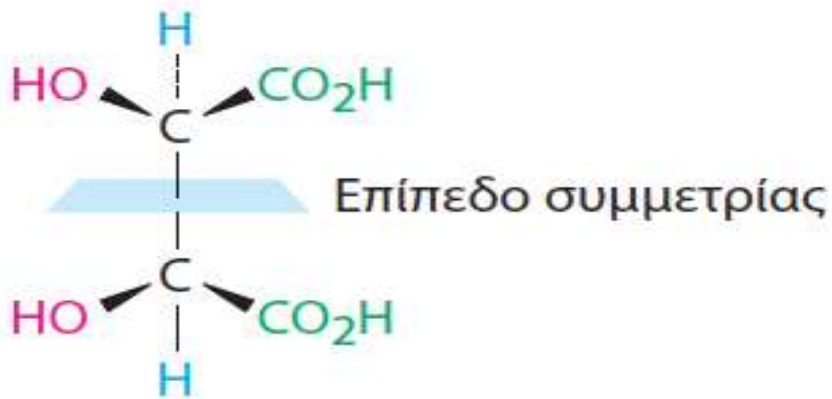


Μια αλδοπεντόζη με 3 ασύμμετρα άτομα άνθρακα, έχει $2^3=8$ το πολύ στερεοϊσομερή



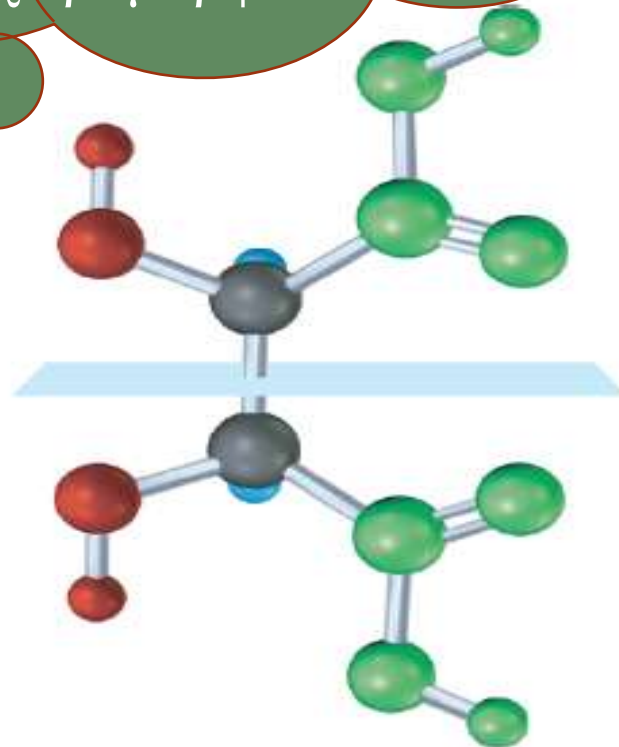
Μεσο-ενώσεις

Στερεοϊσομερή τα οποία ενώ έχουν *C ταυτίζονται με τα κατοπτρικά τους είδωλα, λέγονται μεσο-ενώσεις.



Εικόνα από «Οργανική Χημεία» John McMurry, 9^η Έκδοση ΠΕΚ

Το επίπεδο συμμετρίας το οποίο χωρίζει στα δύο το δεσμό C₂-C₃, του μεσο-τρυγικού οξέος, κάνει το μόριο να μην είναι χειρόμορφο.





**Χειρομορφία σε άτομα αζώτου,
φωσφόρου και θείου.**

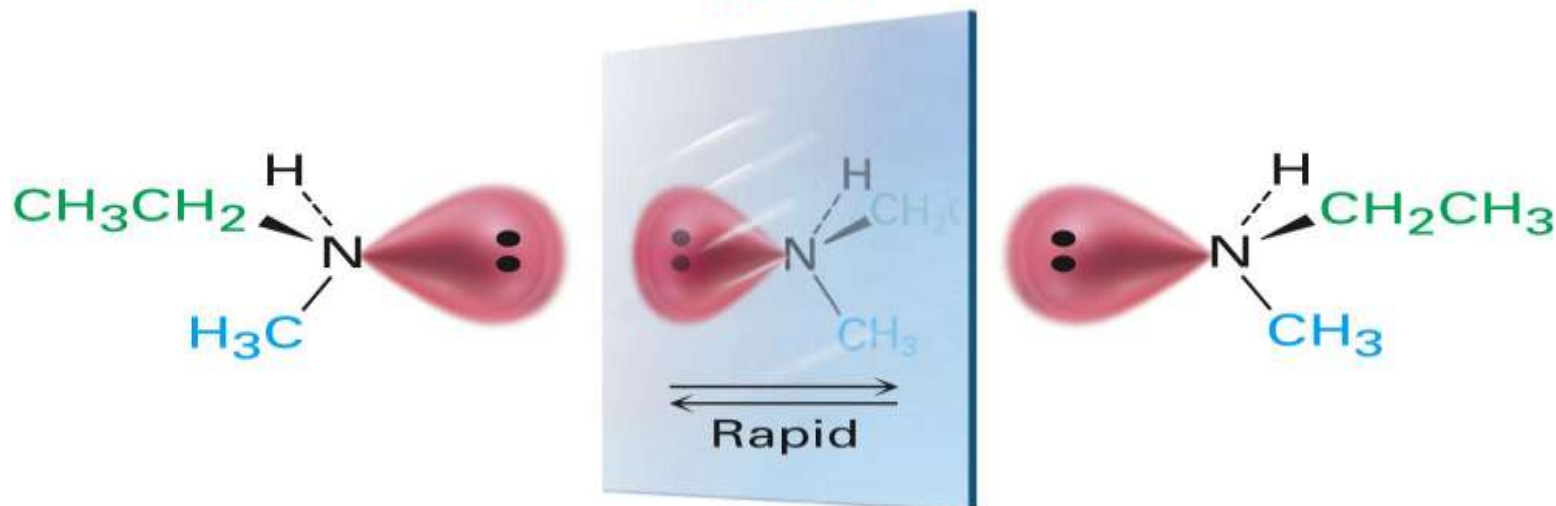


Ένα τρισθενές άτομο αζώτου, είναι τετραεδρικό με το μονήρες ζεύγος ηλεκτρονίων του να είναι ο τέταρτος υποκαταστάτης. Είναι χειρόμορφο;

- Απάντηση θεωρητικά θετική, όμως στην πράξη αρνητική.

Αδύνατον να απομονωθούν τα εναντιομερή αμίνων λόγω ταχύτατης αναστροφής.
Εξαίρεση μόνο ειδικές περιπτώσεις.

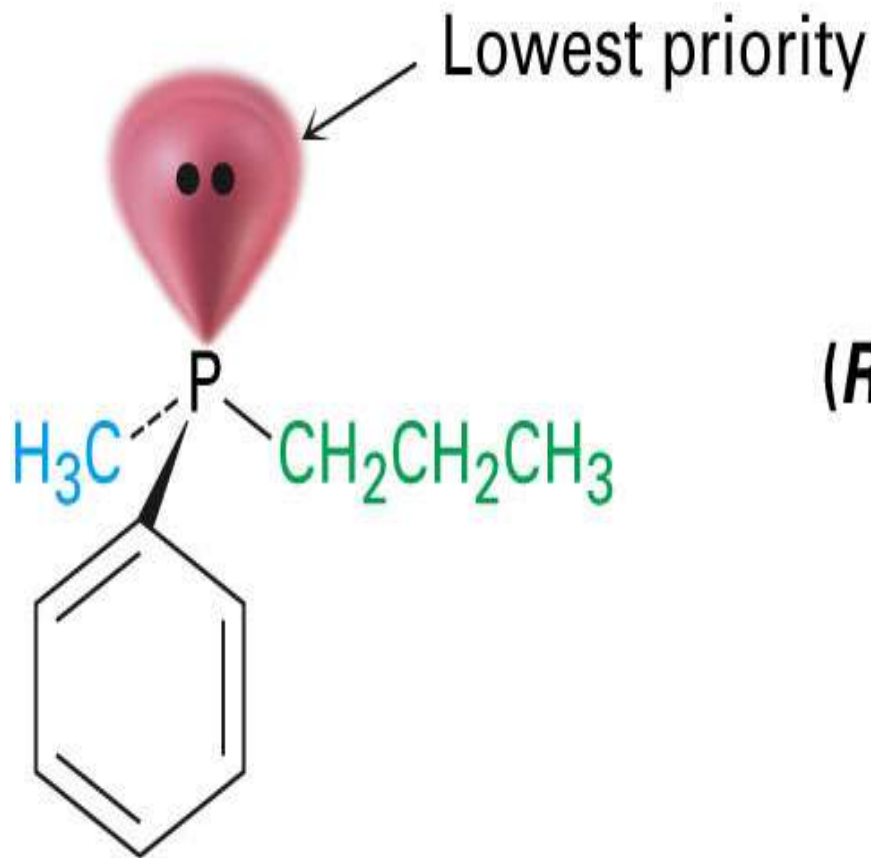
Mirror



Εικόνα από «Οργανική Χημεία» John McMurry, 9^η Έκδοση ΠΕΚ



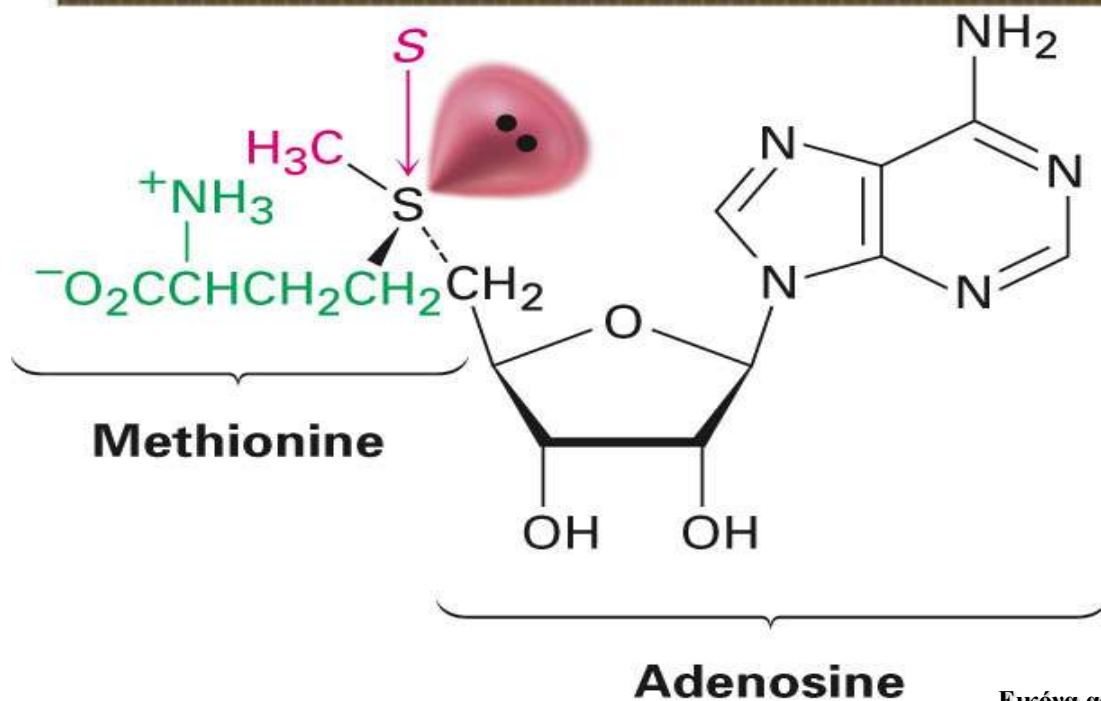
Παρόμοια ισχύουν και στις ενώσεις του τρισθενούς φωσφόρου, τις φωσφίνες μόνο που σε αυτές η αναστροφή γίνεται πιο αργά, άρα σταθερές χειρόμορφες φωσφίνες είναι δυνατόν να είναι απομονώσιμες.



**(*R*)-Methylpropylphenylphosphine
(configurationally stable)**



Ενώσεις δισθενούς θείου είναι μη χειρόμορφες. Ενώσεις τρισθενούς θείου οι οποίες ονομάζονται άλατα του σουλφωνίου, (R_3S^+) είναι δυνατόν να είναι χειρόμορφες, αφού όπως οι φωσφίνες έτσι και τα άλατα σουλφωνίου, αναστρέφονται σχετικά αργά.



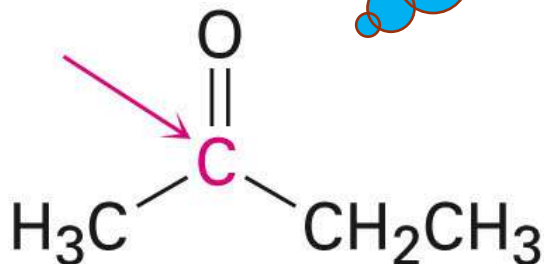
(S)-S-Adenosylmethionine

Εικόνα από «Οργανική Χημεία» John McMurry, 9^η Έκδοση ΠΕΚ

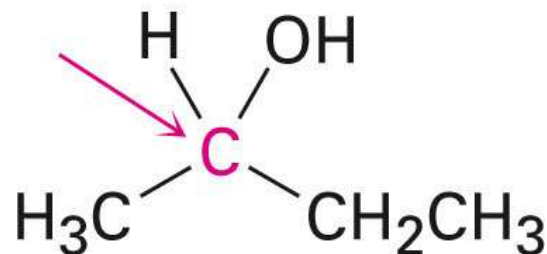


Προχειρόμορφο ονομάζεται ένα μόριο, όταν από μη χειρόμορφο, είναι δυνατόν να μετατραπεί σε χειρόμορφο.

Η μη χειρόμορφη 2-βουτανόνη, με αναγωγή, είναι δυνατόν να μετατραπεί στη χειρόμορφη 2-βουτανόλη. Άρα η 2-βουτανόνη είναι προχειρόμορφη.



2-Butanone
(prochiral)



2-Butanol
(chiral)

Εικόνα από «Οργανική Χημεία» John McMurry, 9^η Έκδοση ΠΕΚ



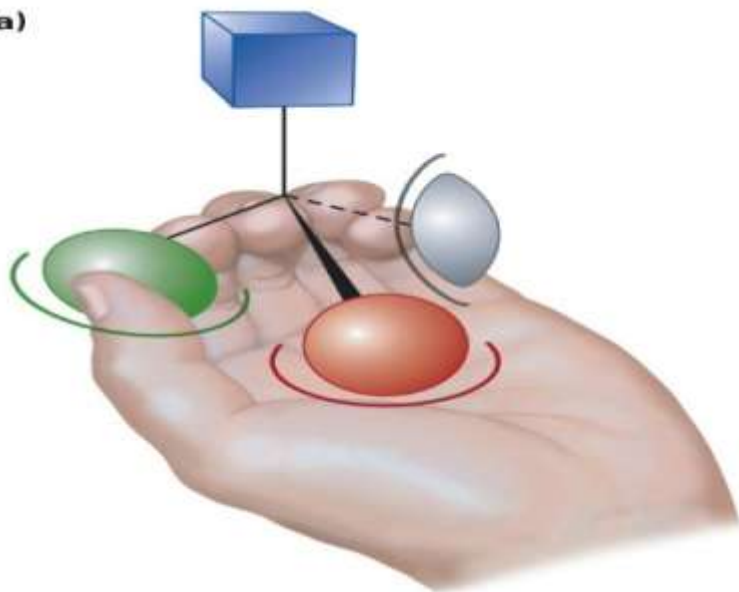
Χειρομορφία στη φύση



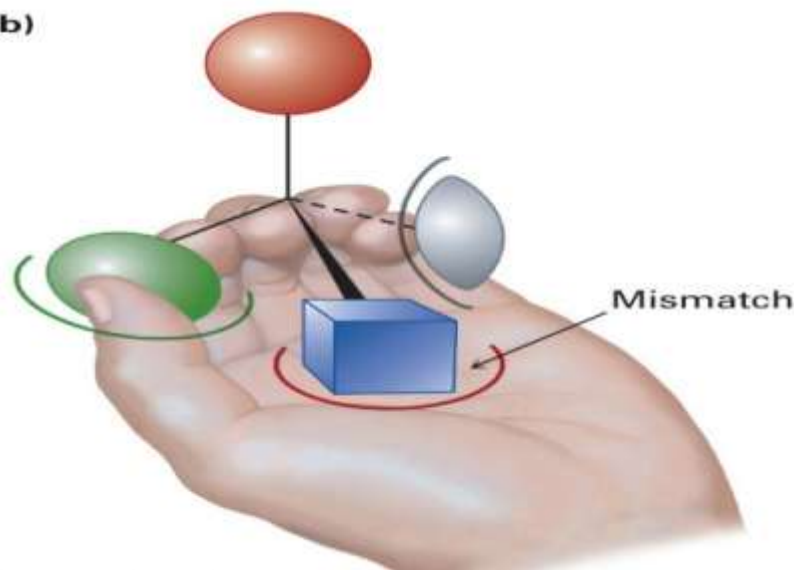
Αν και τα εναντιομερή χειρόμορφου μορίου έχουν ίδιες φυσικές ιδιότητες, συνήθως έχουν διαφορετικές βιολογικές. Γιατί συμβαίνει αυτό;

Διότι για να μπορέσει μια ένωση να δράσει βιολογικά, θα πρέπει να εφαρμόζει στον υποδοχέα τέλεια.

(a)



(b)



Εικόνα από «Οργανική Χημεία» John McMurry, 9^η Έκδοση ΠΕΚ



Βιβλιογραφία

- Οργανική Χημεία John McMurry, Μετάφραση Επιστημονική επιμέλεια Αναστάσιος Βάρβογλης, Μιχάλης Ορφανόπουλος, Ιουλία Σμόνου, Μανώλης Στρατάκης, Πανεπιστημιακές εκδόσεις Κρήτης.
- Βασική Οργανική Χημεία, Ιωακείμ Σπηλιόπουλος, Εκδόσεις Σταμούλης, 2008
- «Οργανική Χημεία» L. G. Wade, JR., 7^η Έκδοση, Εκδόσεις Τζιόλα
- «Επίτομη Οργανική Χημεία», Βάρβογλης Αναστάσιος Γ., 1^η Έκδοση 2005, Εκδόσεις Ζήτη Πελαγία & Σια Ι.Κ.Ε.
- <https://el.wikipedia.org/wiki/>
- https://en.wikibooks.org/wiki/Organic_Chemistry/Chirality
- http://195.134.76.37/chemicals/chem_thalidomide.htm
- [https://chem.libretexts.org/LibreTexts/University_of_Missouri/MU%3A__1330H_\(Keller\)/25%3A_Chemistry_of_Life%3A_Organic_and_Biological_Chemistry/25.07%3A_Chirality_in_Organic_Chemistry](https://chem.libretexts.org/LibreTexts/University_of_Missouri/MU%3A__1330H_(Keller)/25%3A_Chemistry_of_Life%3A_Organic_and_Biological_Chemistry/25.07%3A_Chirality_in_Organic_Chemistry)
- https://commons.wikimedia.org/wiki/File:DL-Xylose_num.svg
- https://www.researchgate.net/publication/225706367_Molecular_Biosignatures
- https://eclass.hua.gr/modules/document/file.php/DIET162/%CE%95%CF%81%CE%B3%CE%B1%CF%83%CF%84%CE%B7%CF%81%CE%B9%CE%B1%CE%BA%CE%AE%20%CE%AC%CF%83%CE%BA%CE%B7%CF%83%CE%B7_%CE%A0%CE%BF%CE%BB%CF%89%CF%83%CE%B9%CE%BC%CE%B5%CF%84%CF%81%CE%AF%CE%B1_%CE%A6%CF%85%CF%83%CE%B9%CE%BA%CE%BF%CF%87%CE%B7%CE%BC%CE%B5%CE%AF%CE%B1%20%CE%A4%CF%81%CE%BF%CF%86%CE%AF%CE%BC%CF%89%CE%BD.pdf
- <http://eclass.uth.gr/eclass/modules/document/file.php/SEYC162/8.%20%CE%A3%CF%84%CE%B5%CF%81%CE%B5%CE%BF%CF%87%CE%B7%CE%BC%CE%B5%CE%AF%CE%B1.pdf>