



ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ  
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΚΡΗΤΗΣ

# Οργανική Χημεία I

Ενότητα: 14<sup>η</sup> Διάλεξη – 21/4/2015

Γεώργιος Βασιλικογιαννάκης  
Πανεπιστήμιο Κρήτης



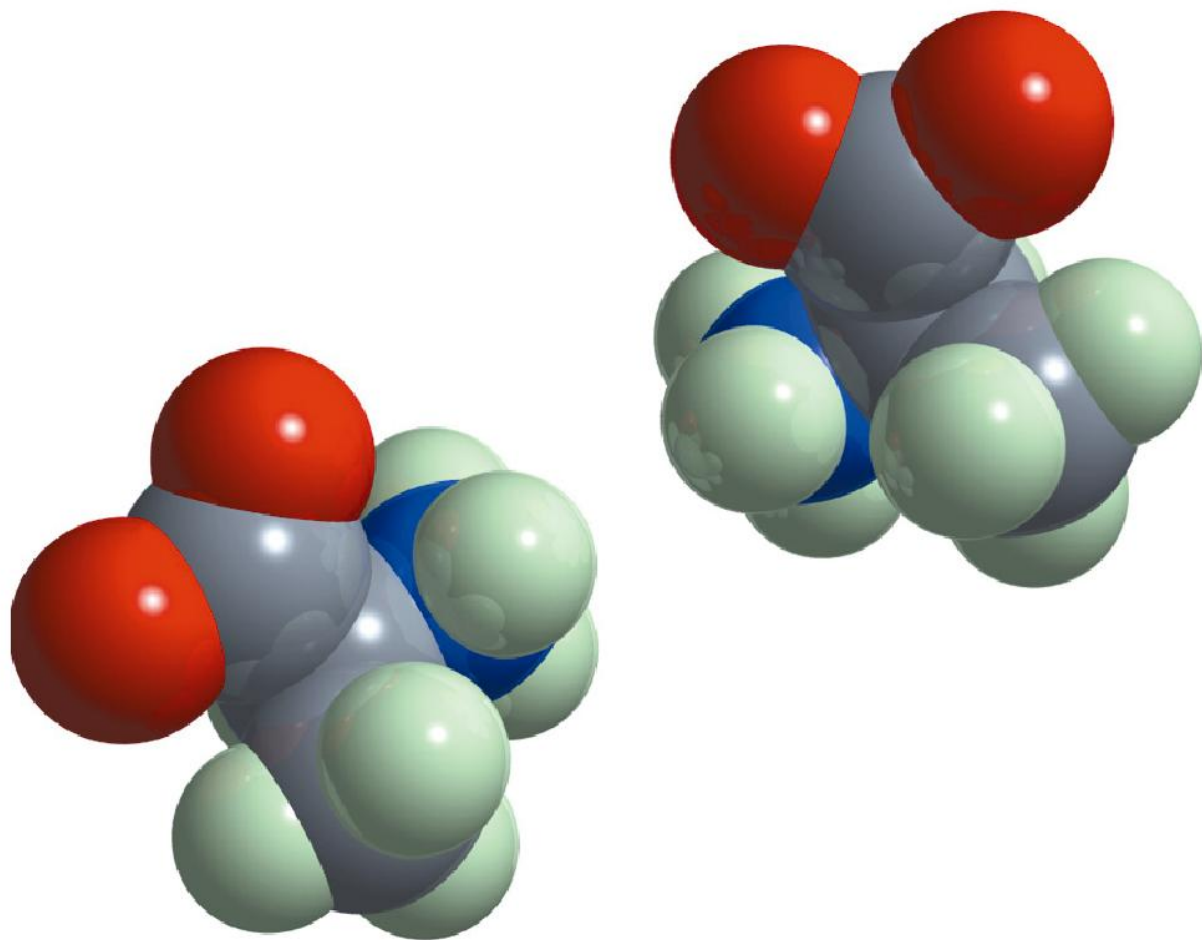
Ευρωπαϊκή Ένωση  
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



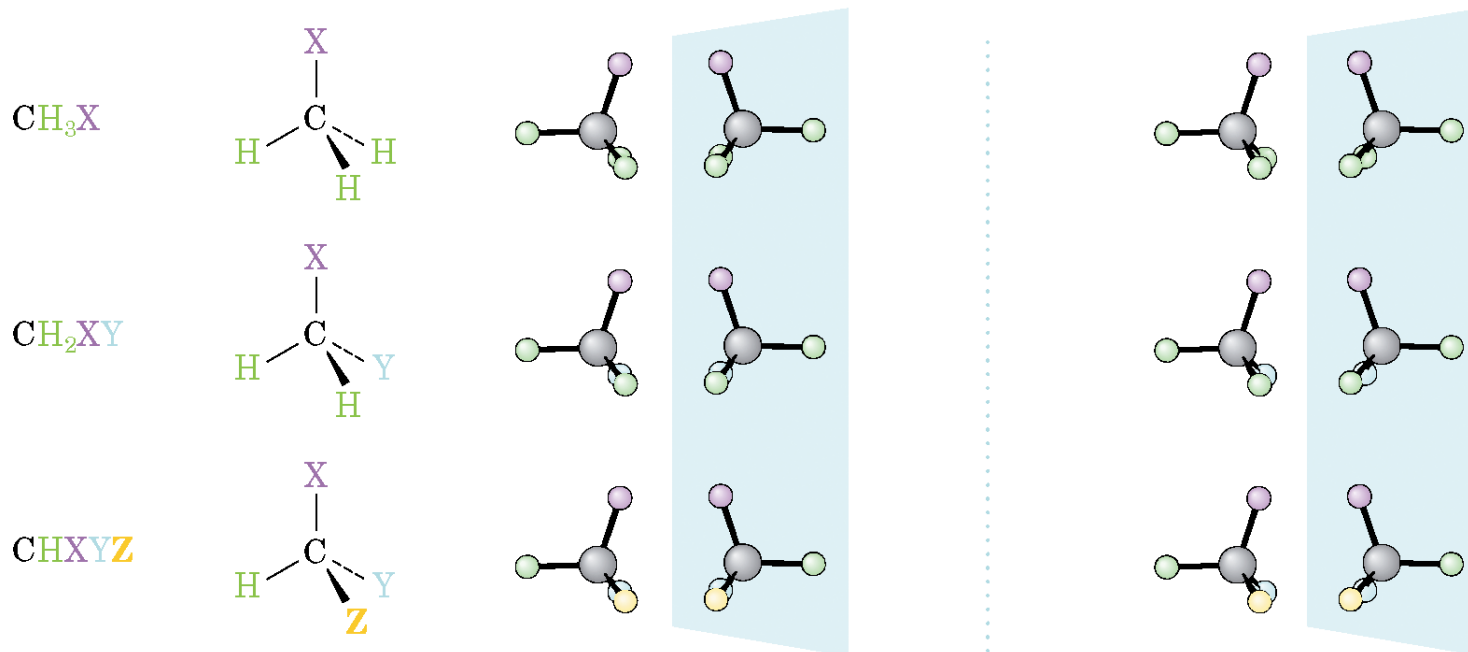
ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ & ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ, ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ & ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ  
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης





Αυτά τα δύο μοριακά μοντέλα της αλανίνης,  $[\text{CH}_3\text{CH}(\text{NH}_2)\text{COOH}]$ , είναι *εναντιομερή*, δηλαδή αποτελούν κατοπτρικά είδωλα.

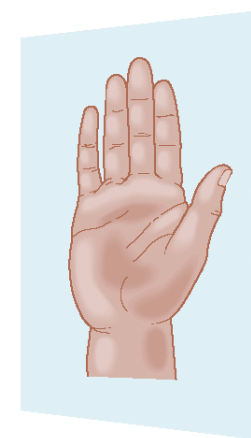


**Σχήμα 9.1** Τετραεδρικά άτομα άνθρακα και τα κατοπτρικά είδωλά τους. Μόρια του τύπου  $\text{CH}_3\text{X}$  και  $\text{CH}_2\text{XY}$  είναι ταυτόσημα με τα κατοπτρικά τους είδωλα, ενώ αυτό δεν ισχύει για το μόριο με γενικό τύπο  $\text{CHXYZ}$ . Το μόριο  $\text{CHXYZ}$  σχετίζεται με το κατοπτρικό του είδωλο, ακριβώς όπως το δεξιό χέρι με το αριστερό.

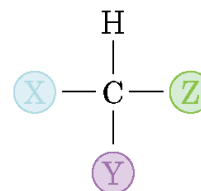
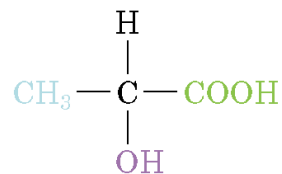


Αριστερό χέρι

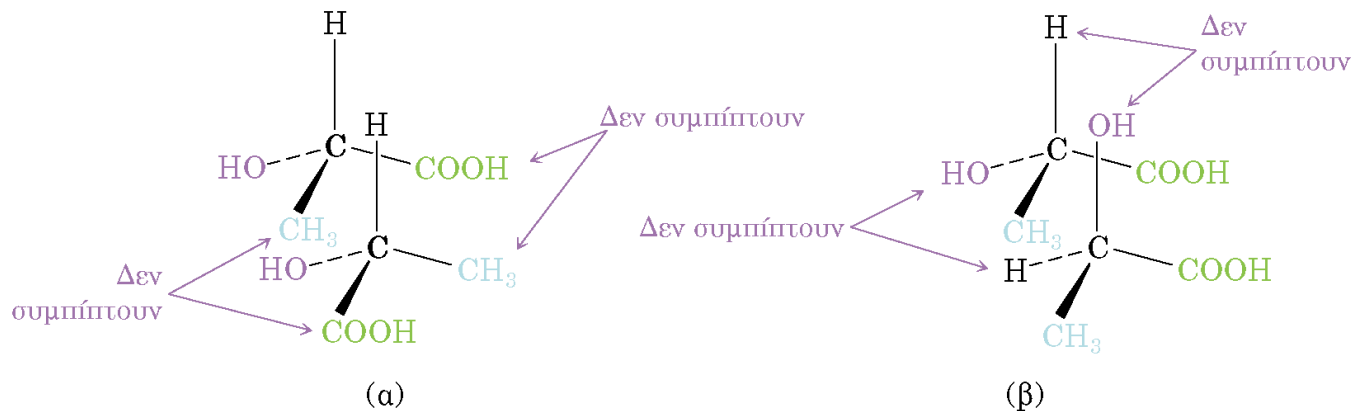
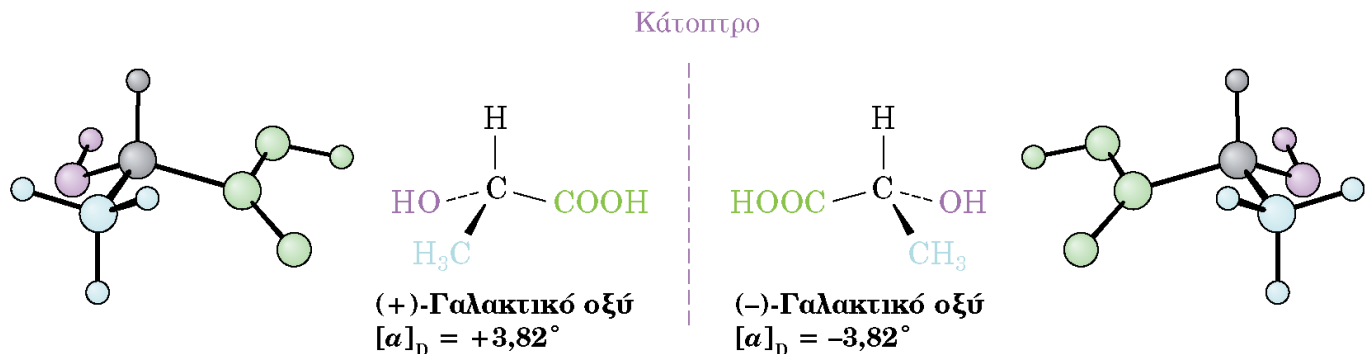
### Στερεοσκοπική άποψη



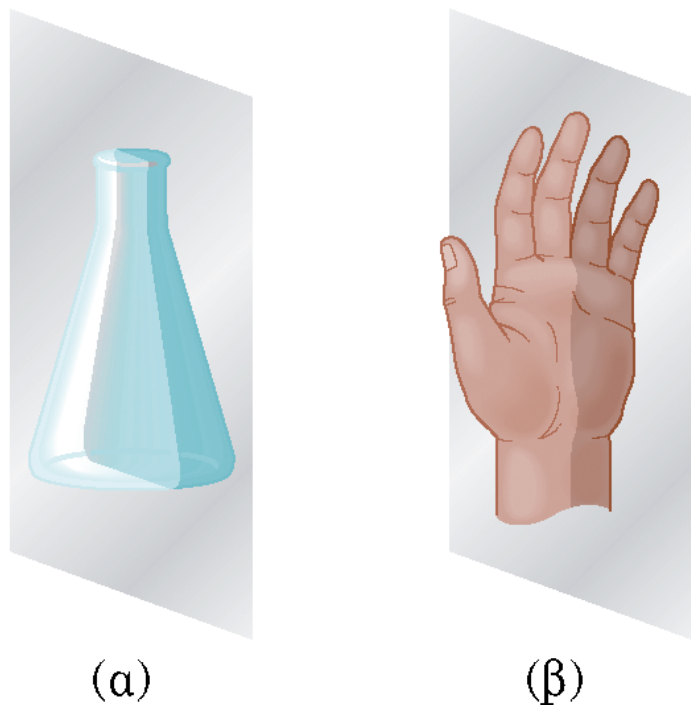
Δεξιό χέρι



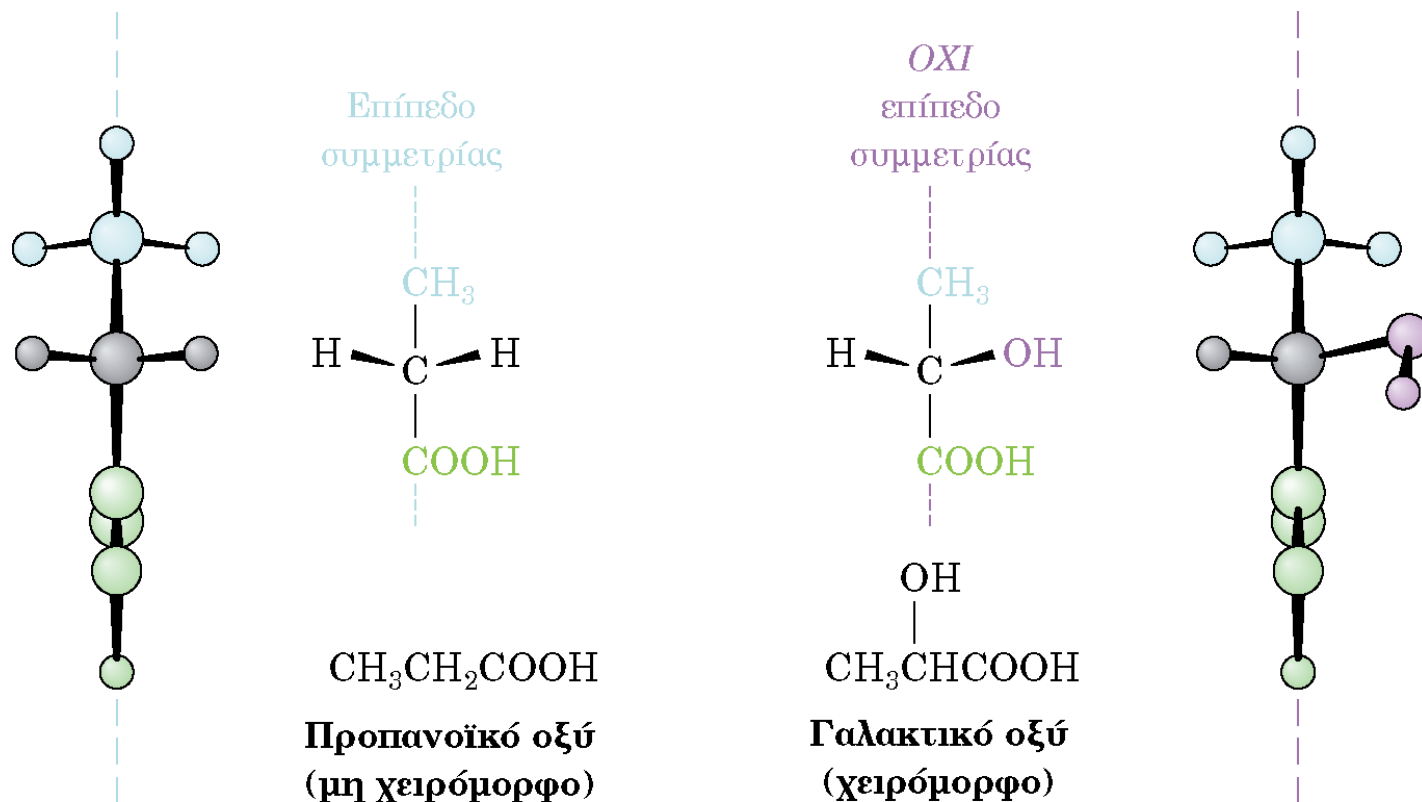
Γαλακτικό οξύ: ένα μόριο με γενικό τύπο CHXYZ



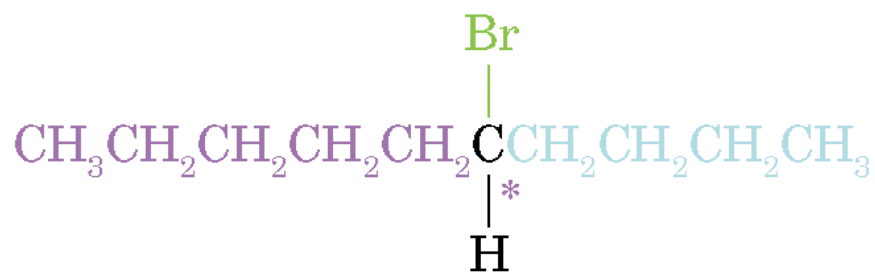
**Σχήμα 9.2** Προσπάθειες σύμπτωσης των δύο κατοπτρικών μορφών του γαλακτικού οξέος: (α) όταν οι υποκαταστάτες  $-\text{H}$  και  $-\text{OH}$  συμπίπτουν, οι υποκαταστάτες  $-\text{COOH}$  και  $-\text{CH}_3$  δεν συμπίπτουν· (β) όταν οι  $-\text{COOH}$  και  $-\text{CH}_3$  συμπίπτουν, οι  $-\text{H}$  και  $-\text{OH}$  δεν συμπίπτουν. Τα μόρια δεν είναι πανομοιότυπα, όπως και αν προσανατολισθούν.



**Σχήμα 9.3** Η έννοια του *επιπέδου συμμετρίας*. Ένα αντικείμενο όπως η φιάλη (α) διαθέτει επίπεδο συμμετρίας, το οποίο την τέμνει σε δύο τμήματα, που έχουν μεταξύ τους σχέση κατοπτρικών ειδώλων. Ένα αντικείμενο όπως το χέρι (β) δεν διαθέτει επίπεδο συμμετρίας: το δεξιό «μισό» ενός χεριού δεν αποτελεί κατοπτρικό είδωλο του αριστερού.



**Σχήμα 9.4** Το μόριο του μη χειρόμορφου προπανοϊκού οξέος, σε σύγκριση με το μόριο του χειρόμορφου γαλακτικού οξέος. Το προπανοϊκό οξύ διαθέτει ένα επίπεδο συμμετρίας, το οποίο καθιστά τη μια πλευρά του μορίου κατοπτρικό είδωλο της άλλης. Αντίθετα, το γαλακτικό οξύ δεν διαθέτει ένα τέτοιο επίπεδο συμμετρίας.

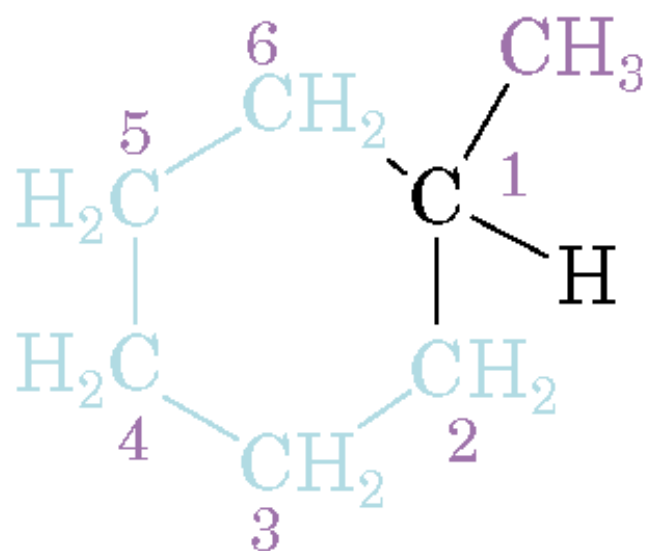


**5-Βρωμοδεκάνιο (χειρόμορφο)**

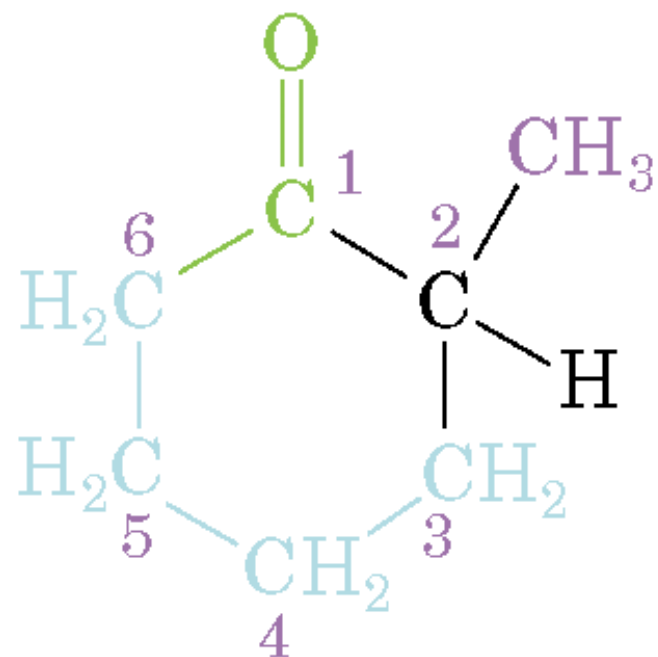
*Υποκαταστάτες στον άνθρακα 5*

---

- H
- Br
- CH<sub>2</sub>CH<sub>2</sub>CH<sub>2</sub>CH<sub>3</sub> (βούτυλο)
- CH<sub>2</sub>CH<sub>2</sub>CH<sub>2</sub>CH<sub>2</sub>CH<sub>3</sub> (πέντυλο)

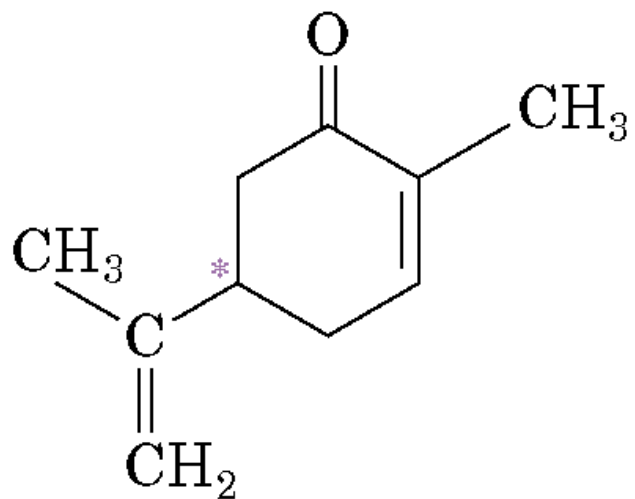


**Μεθυλοκυκλοεξάνιο**  
(μη χειρόμορφο)



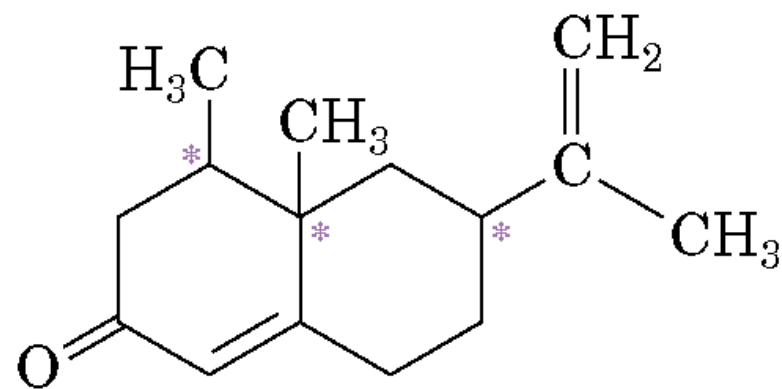
**2-Μεθυλοκυκλοεξανόνη**  
(χειρόμορφο)





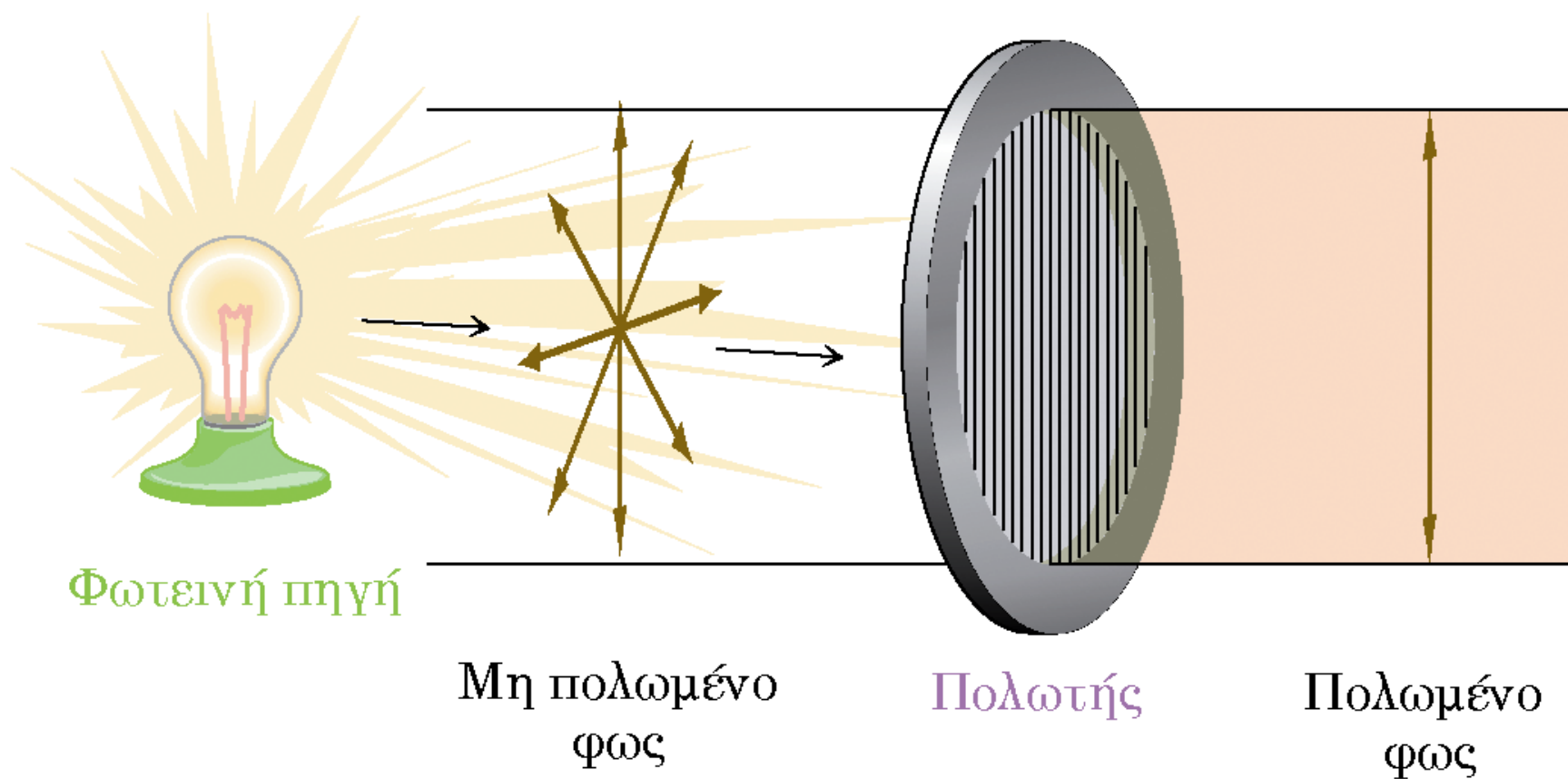
**Καρβόνη**

**(αιθέριο έλαιο του δυόσμου)**

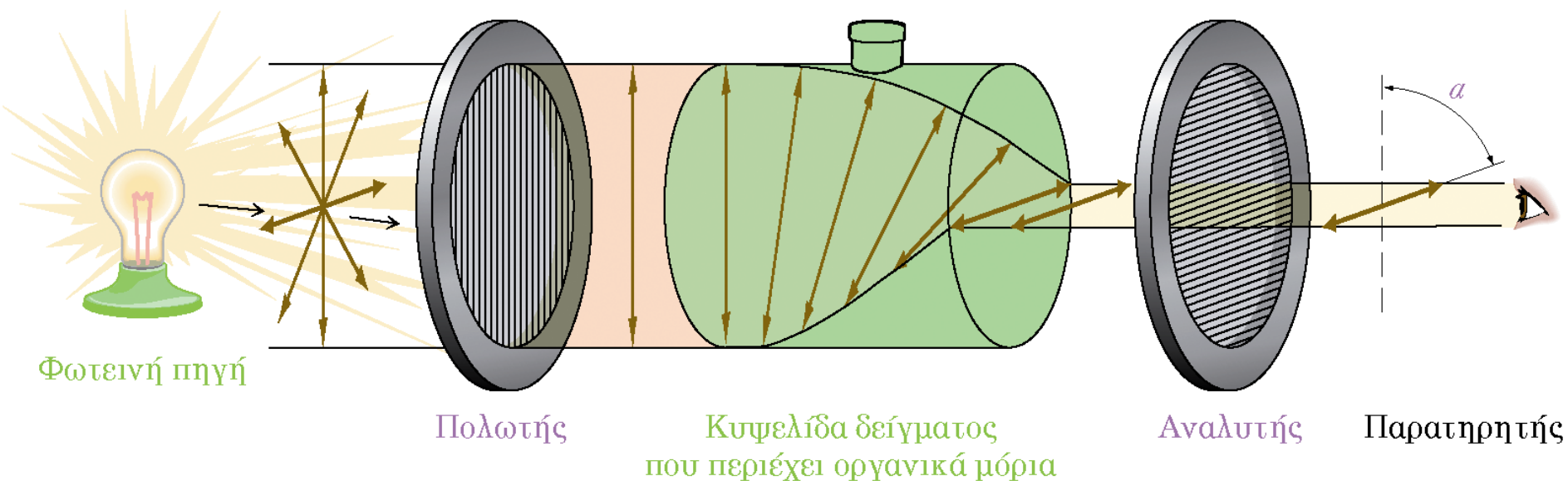


**Νουτκατόνη**

**(αιθέριο έλαιο του γκρέιπφρουτ)**



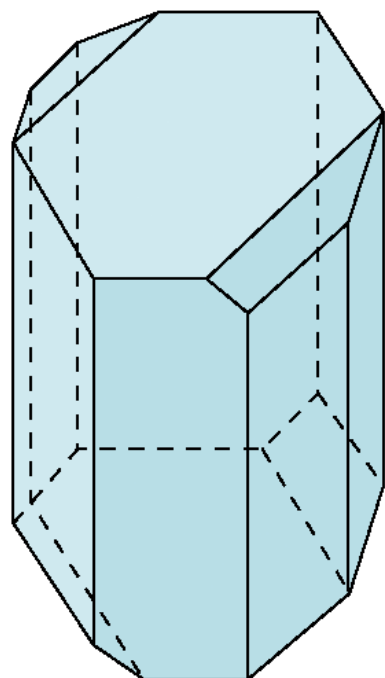
**Σχήμα 9.5** Πολωμένο στο επίπεδο φως. Η ταλάντωση του ηλεκτρομαγνητικού πεδίου συντελείται σε ένα μόνον επίπεδο.



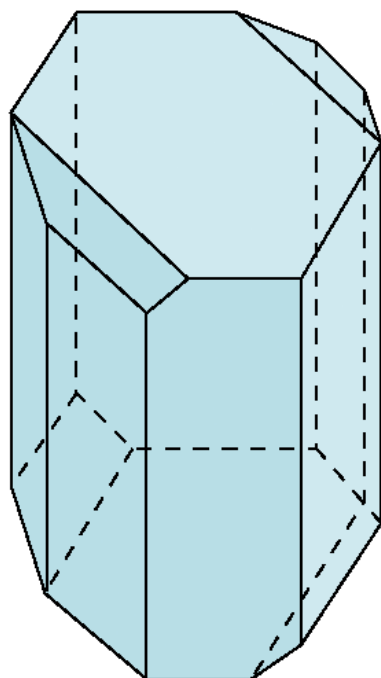
**Σχήμα 9.6** Σχηματική αναπαράσταση ενός πολωσιμέτρου. Το πολωμένο στο επίπεδο φως διέρχεται από ένα διάλυμα οπτικώς ενεργών μορίων, το οποίο στρέφει το επίπεδο της πόλωσης.

**Πίνακας 9.1** Ειδική στροφή μερικών οργανικών μορίων.

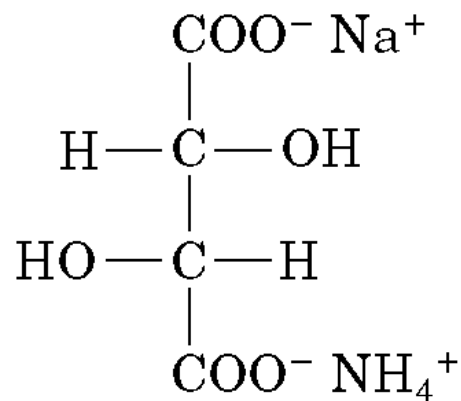
<i>Ένωση</i>	$[\alpha]_D$ (μοίρες)	<i>Ένωση</i>	$[\alpha]_D$ (μοίρες)
Καμφορά	+44,26	Πενικιλίνη V	+223
Μορφίνη	-132	Γλουταμικό νάτριο	+25,5
Σακχαρόζη	+66,47	Βενζόλιο	0
Χοληστερόλη	-31,5	Οξικό οξύ	0



(α)

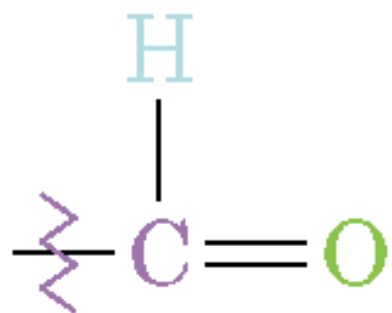


(β)

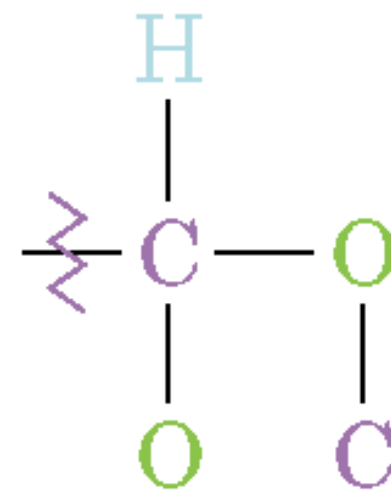


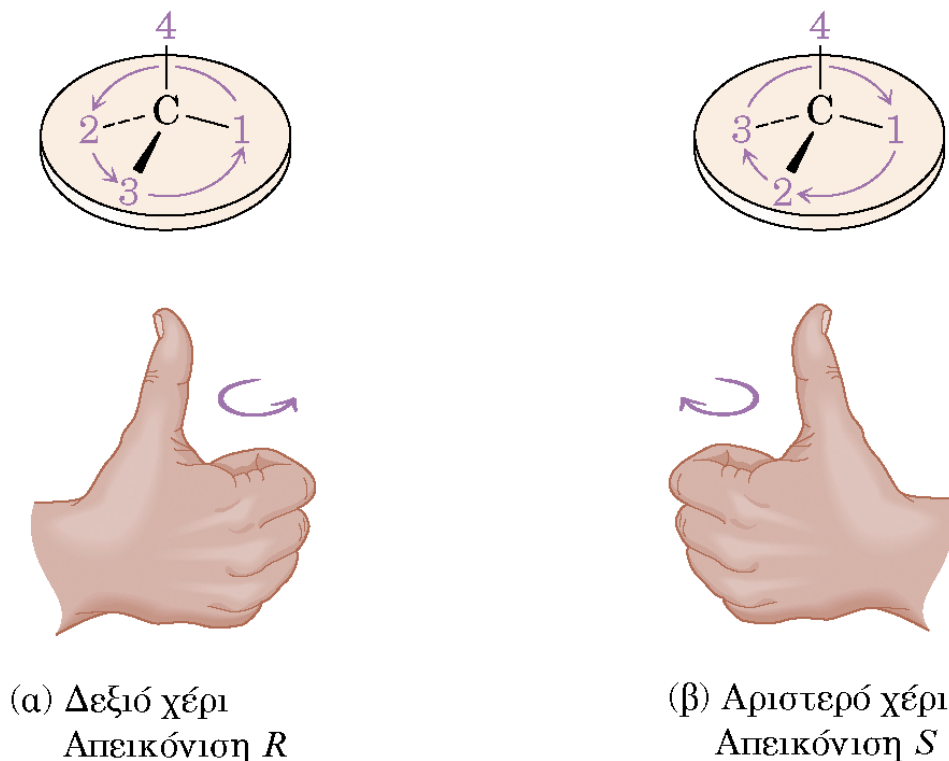
**Τρυγικό άλας μετά νατρίου και αμμωνίου**

**Σχήμα 9.7** Απεικονίσεις των μετά νατρίου και αμμωνίου κρυστάλλων του τρυγικού οξέος, από τα σχεδιαγράμματα του ίδιου του Παστέρ. Ο ένας κρύσταλλος είναι «δεξιόχειρας» και ο άλλος «αριστερόχειρας».

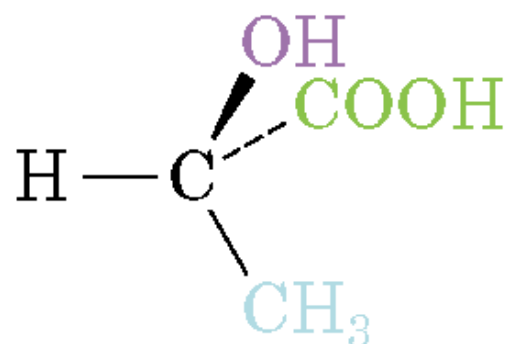


ισοδυναμεί με





**Σχήμα 9.8** Προσδιορισμός στερεοαπεικόνισης σε έναν στερεογονικό άνθρακα. Καθορίζονται οι προτεραιότητες των τεσσάρων ομάδων, και το μόριο συγκρίνεται με ένα χέρι προσανατολισμένο έτσι ώστε ο αντίχειρας να κατευθύνεται από τον άνθρακα προς την ομάδα με τη χαμηλότερη προτεραιότητα (4). (α) Εάν τα δάκτυλα του δεξιού σας χεριού κλείνουν προς την ίδια κατεύθυνση με αυτήν των τριών ομάδων ελαττούμενης προτεραιότητας ( $1 \rightarrow 2 \rightarrow 3$ ), τότε το στερεογονικό κέντρο έχει τη στερεοαπεικόνιση *R*. (β) Εάν τα δάκτυλα του αριστερού σας χεριού κλείνουν σύμφωνα με την κατεύθυνση των ομάδων  $1 \rightarrow 2 \rightarrow 3$ , τότε το στερεογονικό κέντρο έχει τη στερεοαπεικόνιση *S*.



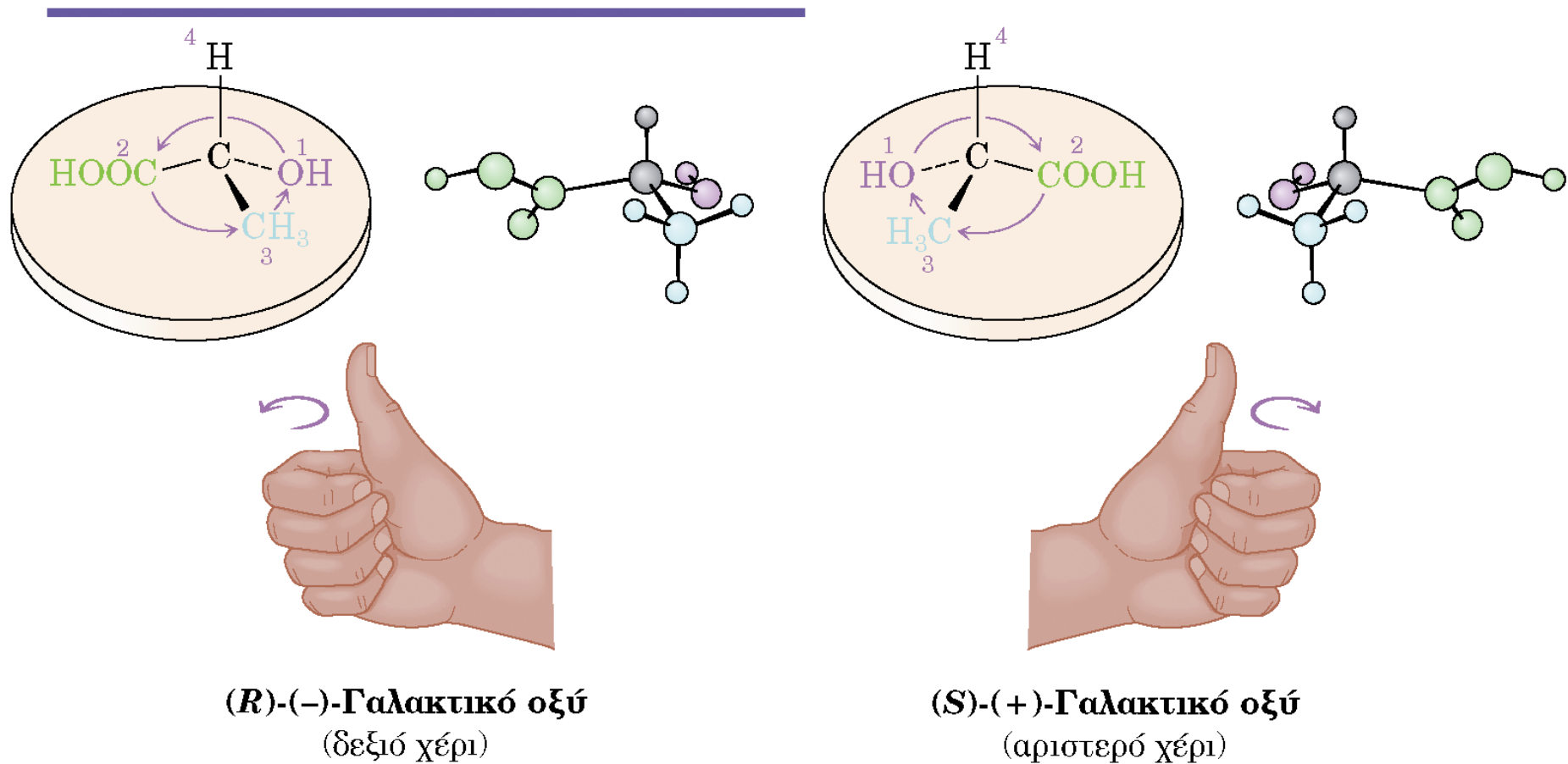
**(-)-Γαλακτικό οξύ**

## Προτεραιότητες

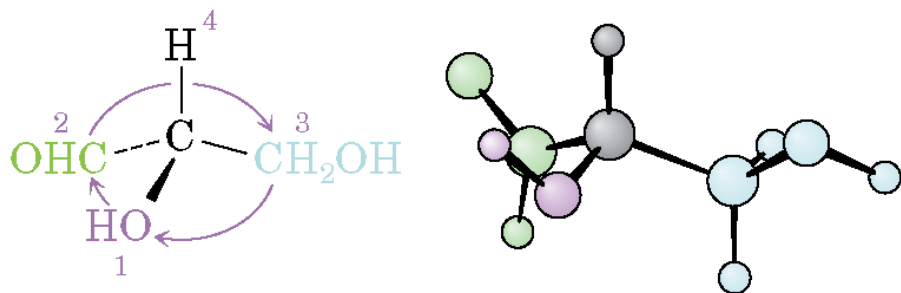
---

4	—H	(χαμηλή)
3	—CH <sub>3</sub>	
	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{—C—OH} \end{array}$	
2		
1	—OH	(υψηλή)

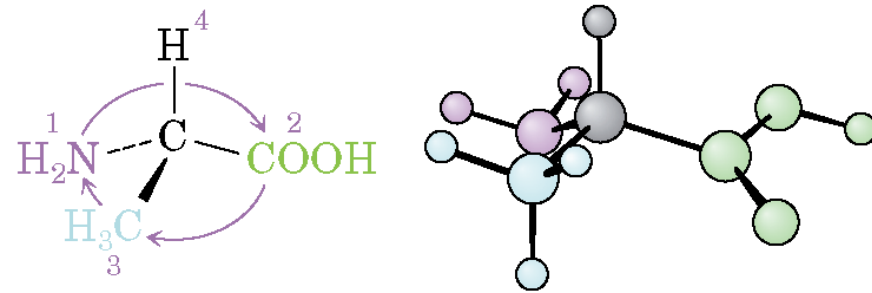




**Σχήμα 9.9** Προσδιορισμός της στερεοαπεικόνισης του (R)-(-)-γαλακτικού οξέος και του (S)-(+)-γαλακτικού οξέος.

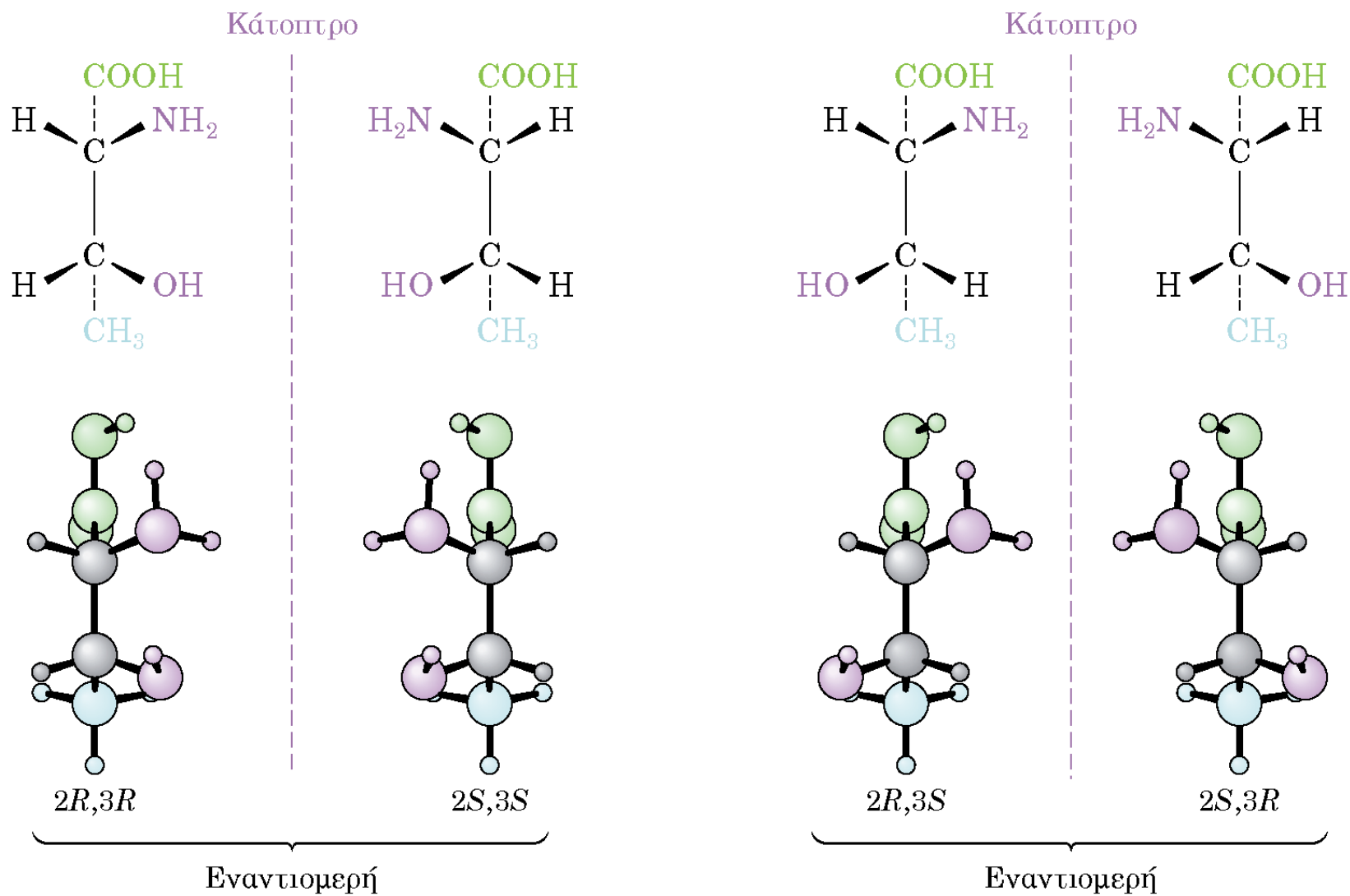


**(S)-Γλυκεραλδεΰδη**  
**[(S)-(-)-2,3-Διυδροξυπροπανάλη]**  
 $[\alpha]_D = -8,7^\circ$



**(S)-Αλανίνη**  
**[(S)-(+)-2-Αμινοπροπανοϊκό οξύ]**  
 $[\alpha]_D = +8,5^\circ$

**Σχήμα 9.10** Προσδιορισμός στερεοαπεικόνισης της (-)-γλυκεραλδεΰδης και της (+)-αλανίνης. Και οι δύο συμβαίνει να έχουν τη στερεοαπεικόνιση *S*, παρόλο που η μια είναι αριστερόστροφη και η άλλη δεξιόστροφη.



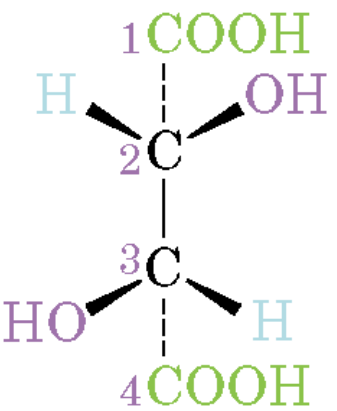
**Σχήμα 9.11** Τα τέσσερα στερεοϊσομερή του 2-αμινο-3-υδροξυβουτανοϊκού οξέος (θρεονίνης).

## Πίνακας 9.2 Σχέσεις μεταξύ των τεσσάρων στερεοϊσομερών της θρεονίνης.

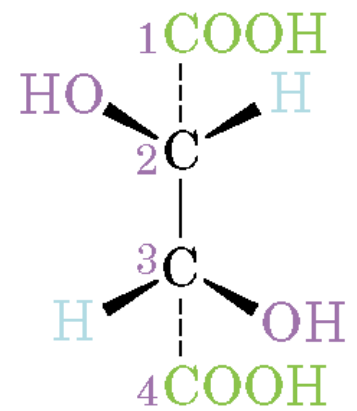
<i>Στερεοϊσομερές</i>	<i>Εναντιομερές με</i>	<i>Διαστερομερές με</i>
$2R,3R$	$2S,3S$	$2R,3S$ και $2S,3R$
$2S,3S$	$2R,3R$	$2R,3S$ και $2S,3R$
$2R,3S$	$2S,3R$	$2R,3R$ και $2S,3S$
$2S,3R$	$2R,3S$	$2R,3R$ και $2S,3S$

Κάτοπτρο

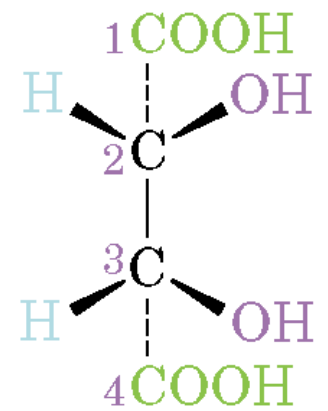
Κάτοπτρο



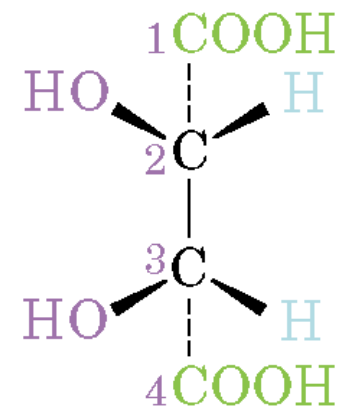
***2R,3R***



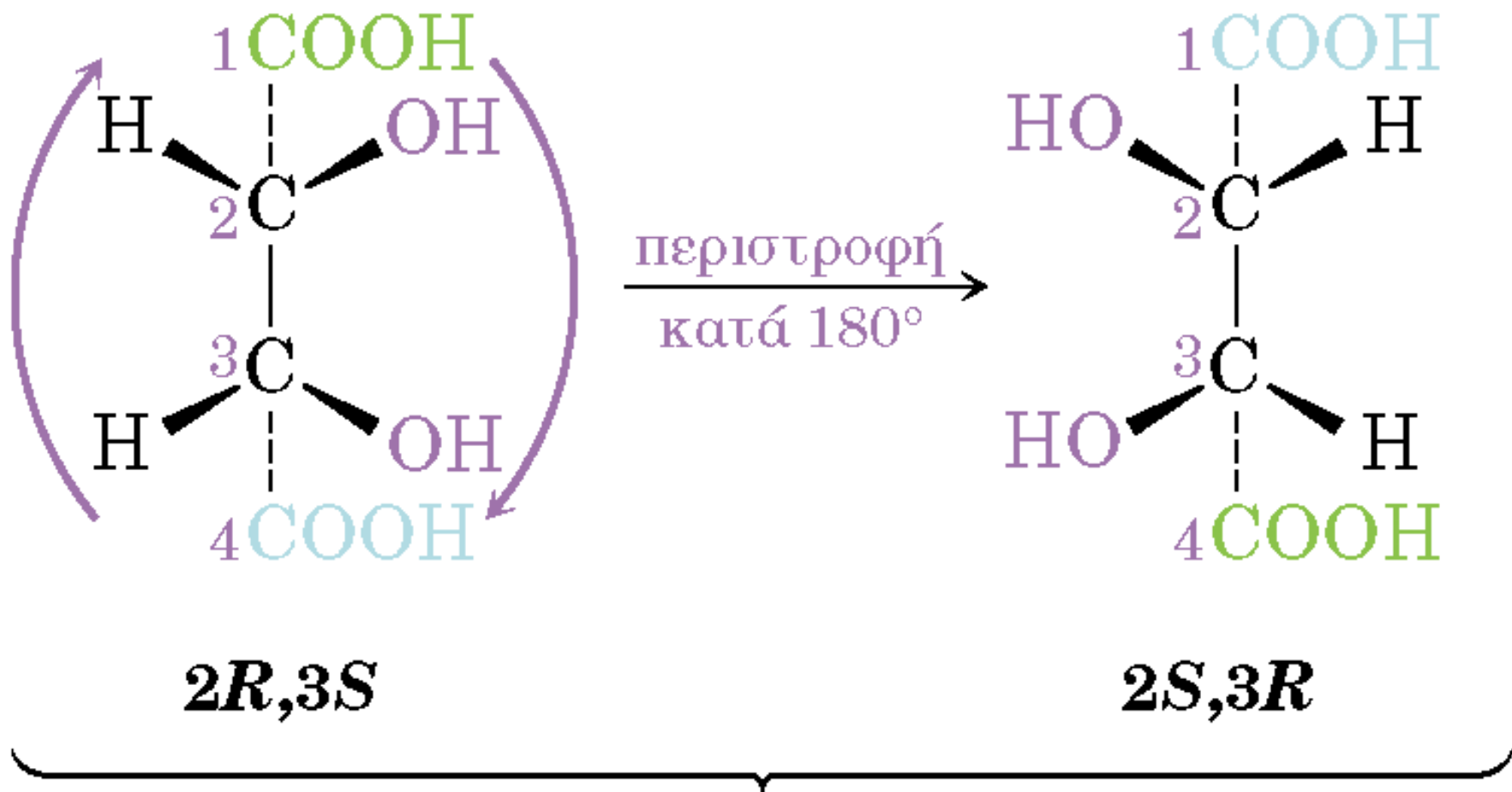
***2S,3S***



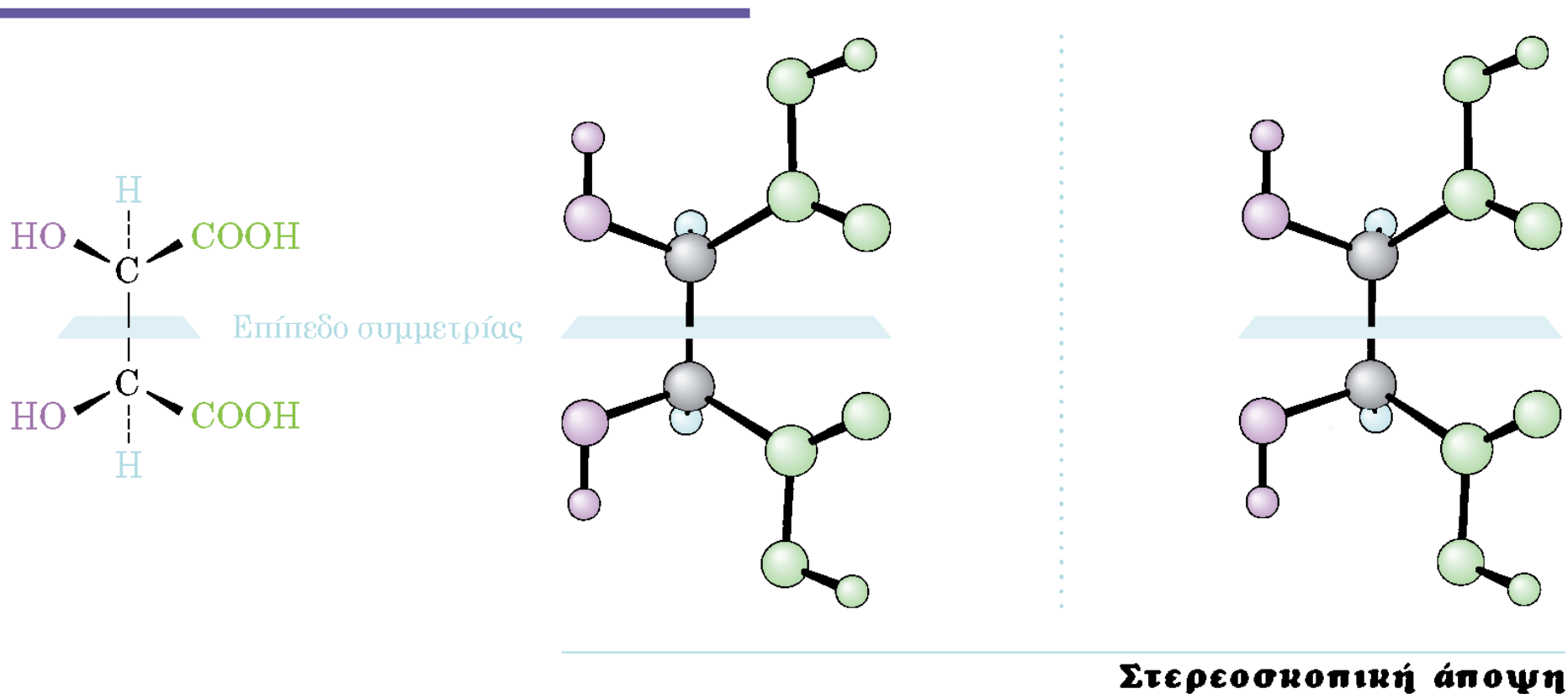
***2R,3S***



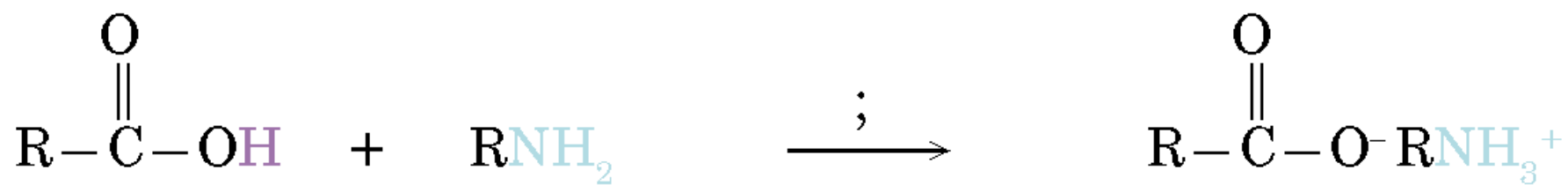
***2S,3R***



Ταυτόσημες δομές



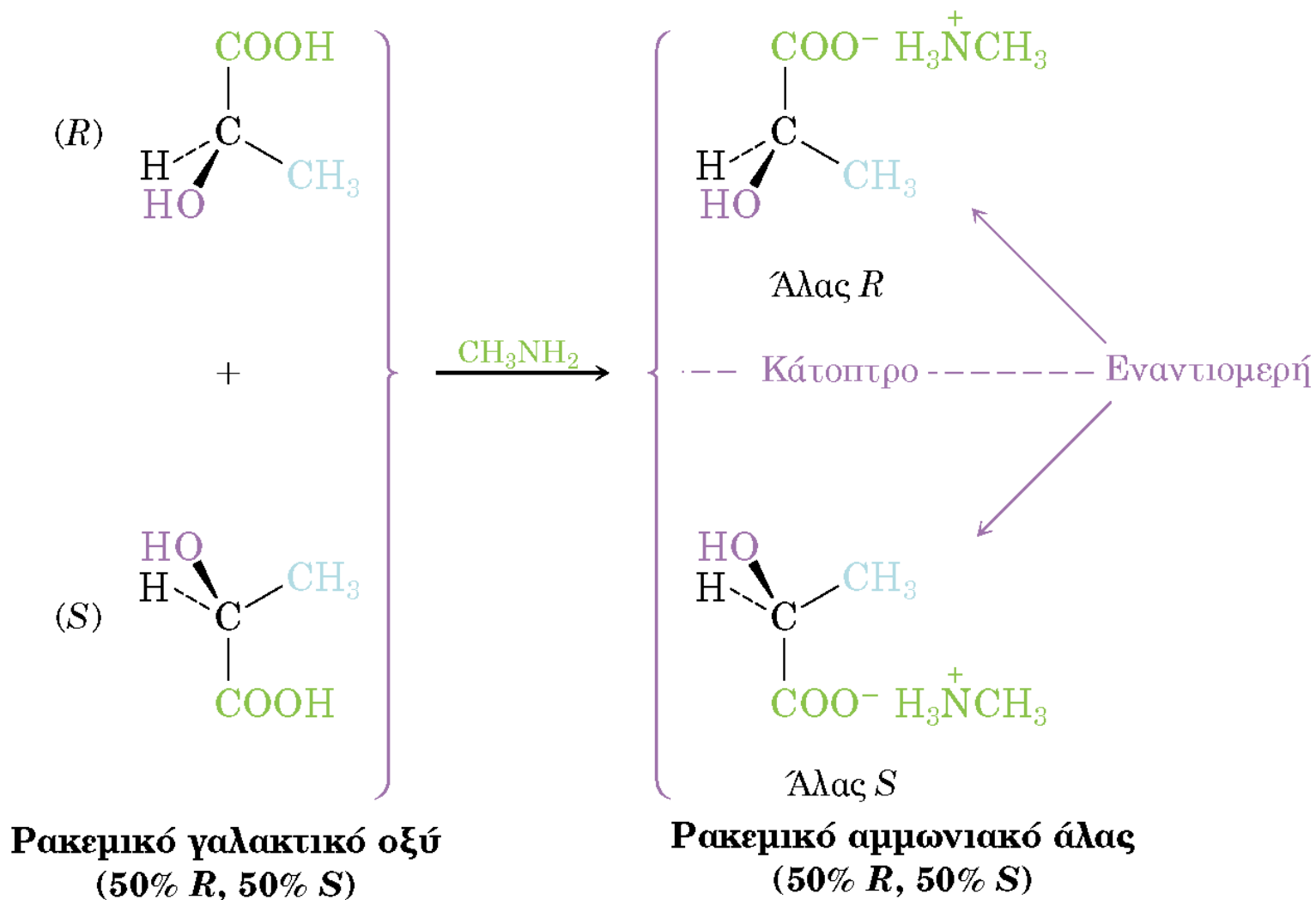
**Σχήμα 9.12** Το επίπεδο συμμετρίας που τέμνει το δεσμό C2–C3 του *meso*-τρυγικού οξέος καθιστά το μόριο μη χειρόμορφο.



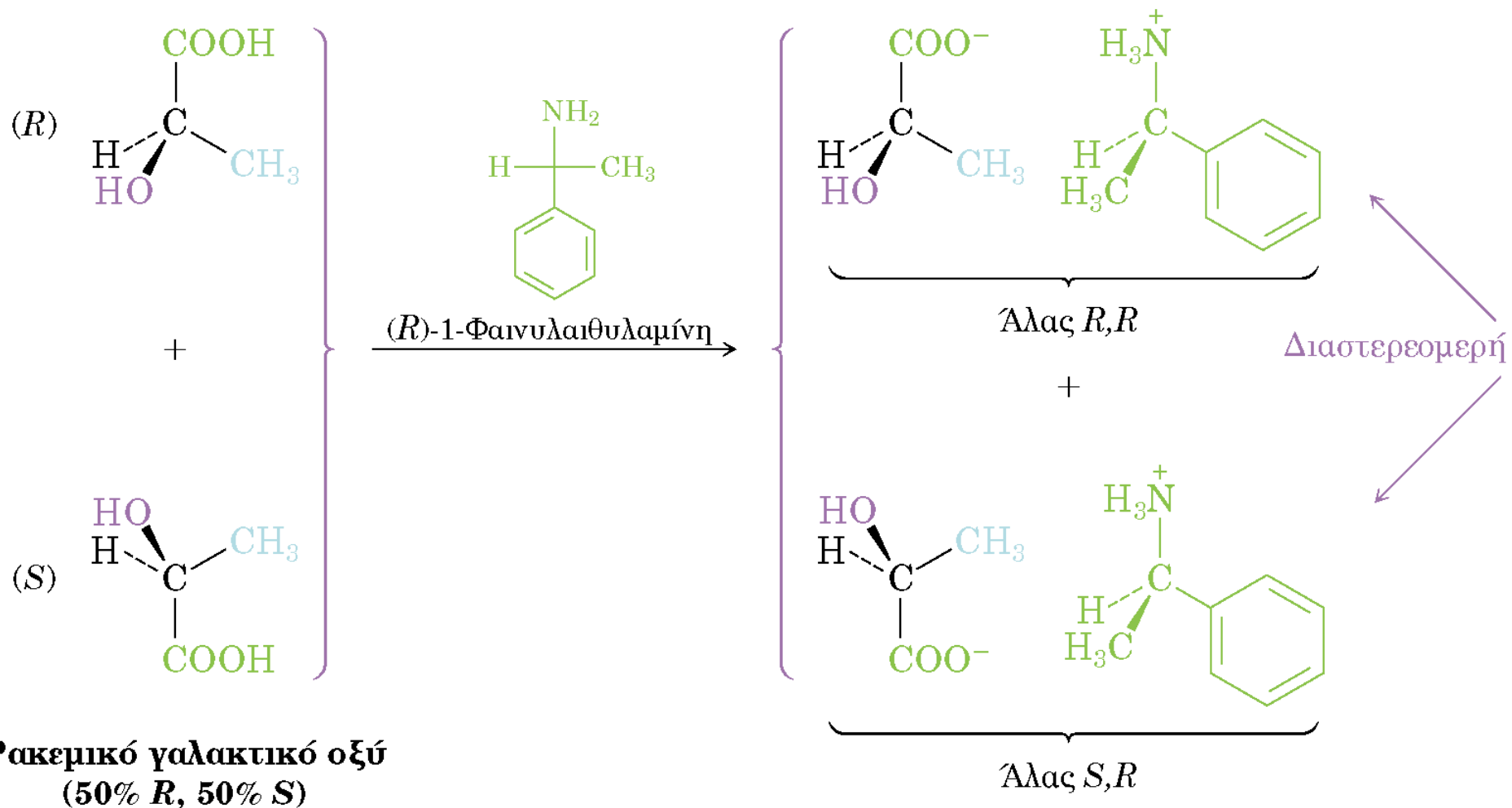
**Καρβοξυλικό οξύ**    **Αμίνη (βάση)**

**Αμμωνιακό άλας**





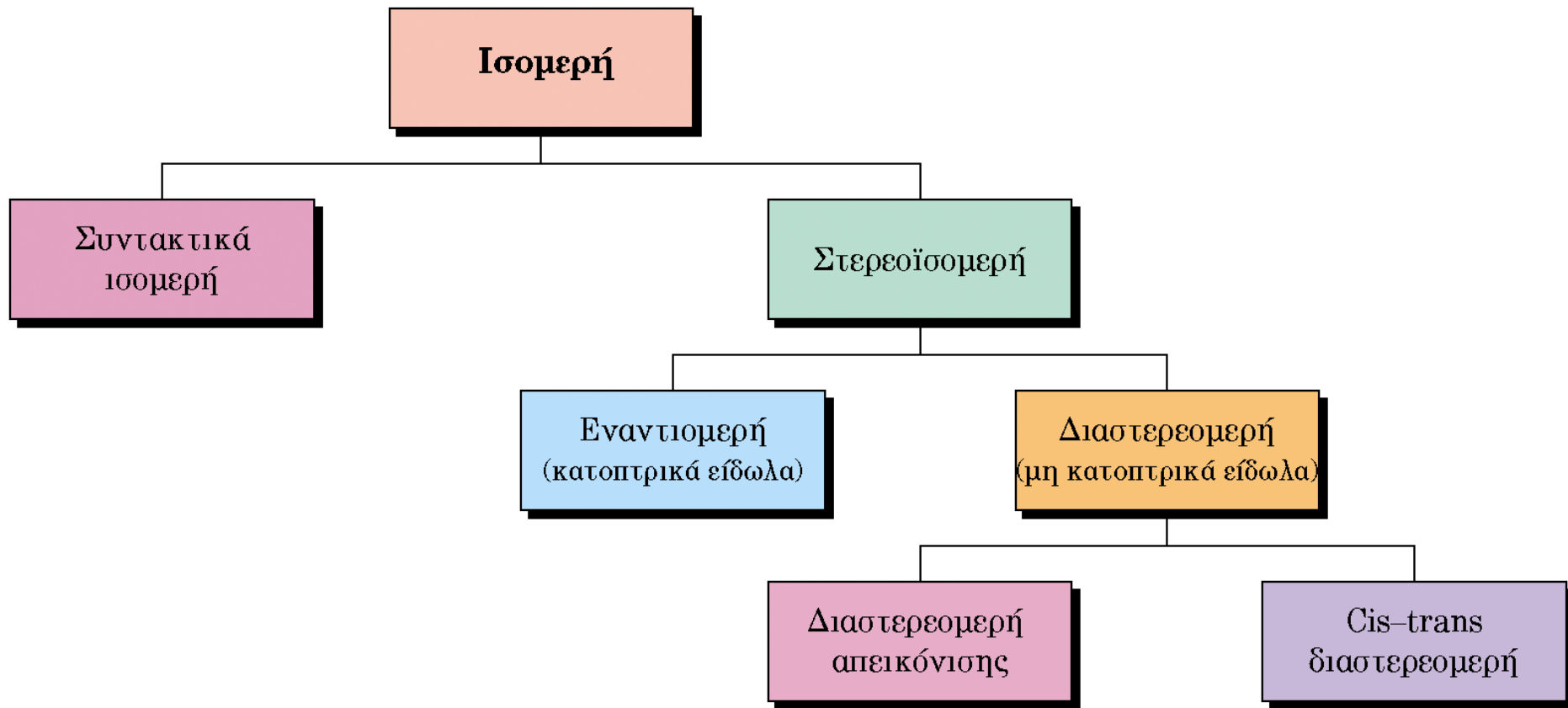
**Σχήμα 9.13** Η αντίδραση του ρακεμικού γαλακτικού οξέος με τη μεθυλαμίνη καταλήγει σε ρακεμικό μίγμα αμμωνιακών αλάτων.



**Σχήμα 9.14** Η αντίδραση του ρακεμικού γαλακτικού οξέος με  $(R)$ -1-φαινυλαιθυλαμίνη καταλήγει σε μίγμα διαστερομερών αμμωνιακών αλάτων.

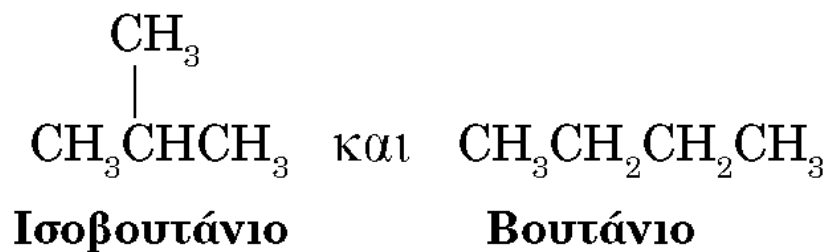
### Πίνακας 9.3 Ορισμένες ιδιότητες των στερεοϊσομερών του τρυγικού οξέος.

Στερεοϊσομερές	Σημείο τήξεως (°C)	$[\alpha]_D$ (μοίρες)	Πυκνότητα (g/cm <sup>3</sup> )	Διαλυτότητα στους 20 °C (g/100 ml H <sub>2</sub> O)
(+)	168-170	+12	1,7598	139,0
(-)	168-170	-12	1,7598	139,0
Meso	146-148	0	1,6660	125,0
(±)	206	0	1,7880	20,6

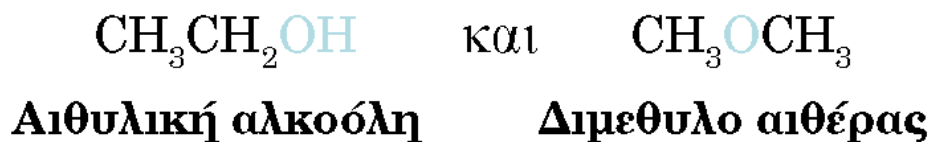


**Σχήμα 9.15** Διάγραμμα στο οποίο συνοψίζονται τα διάφορα είδη ισομερών.

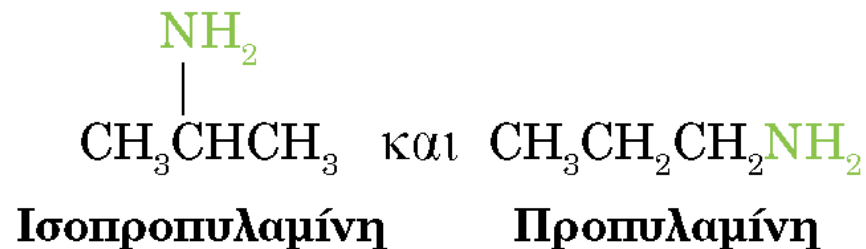
Διαφορετικοί ανθρακικοί σκελετοί:



Διαφορετικές λειτουργικές ομάδες:

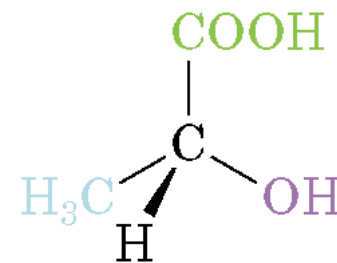


Διαφορετικές θέσεις λειτουργικών ομάδων:

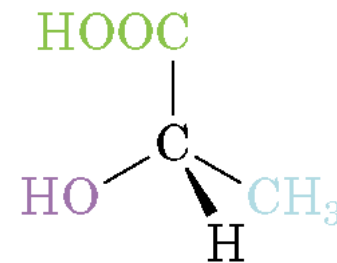


## Εναντιομερή

(μη συμπίπτοντα στερεοϊσομερή που εμφανίζουν σχέση ειδώλου-αντικειμένου)



**(R)-Γαλακτικό οξύ**

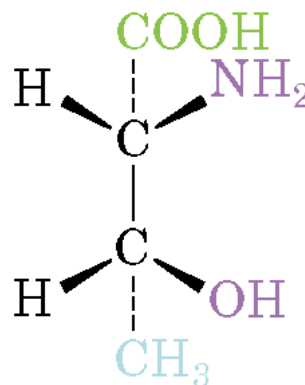


**(S)-Γαλακτικό οξύ**

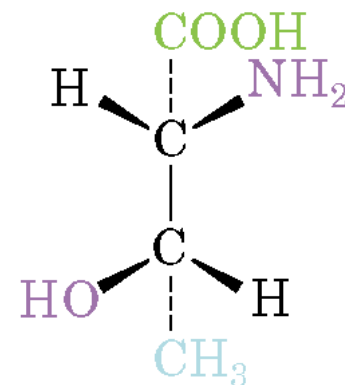
## Διαστερομερή

(μη συμπίπτοντα στερεοϊσομερή που δεν εμφανίζουν σχέση ειδώλου-αντικειμένου)

Διαστερομερή απεικόνιση



**2R,3R-2-Αμινο-3-υδροξυβουτανοϊκό οξύ**

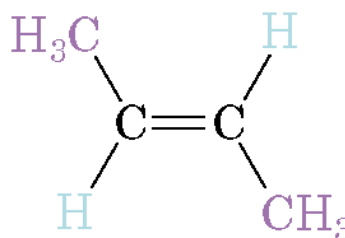


**2R,3S-2-Αμινο-3-υδροξυβουτανοϊκό οξύ**

## Διαστερομερή

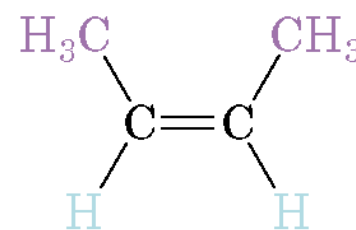
### cis-trans

(υποκαταστάτες στην ίδια ή στην αντίθετη πλευρά ενός διπλού δεσμού ή δακτυλίου)

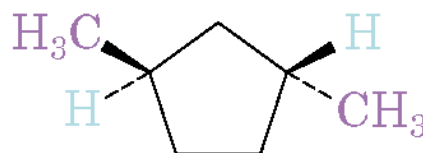


***trans*-2-Βουτένιο**

και

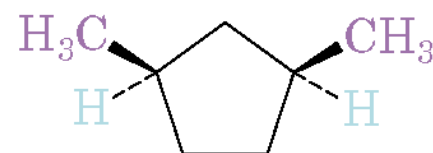


***cis*-2-Βουτένιο**



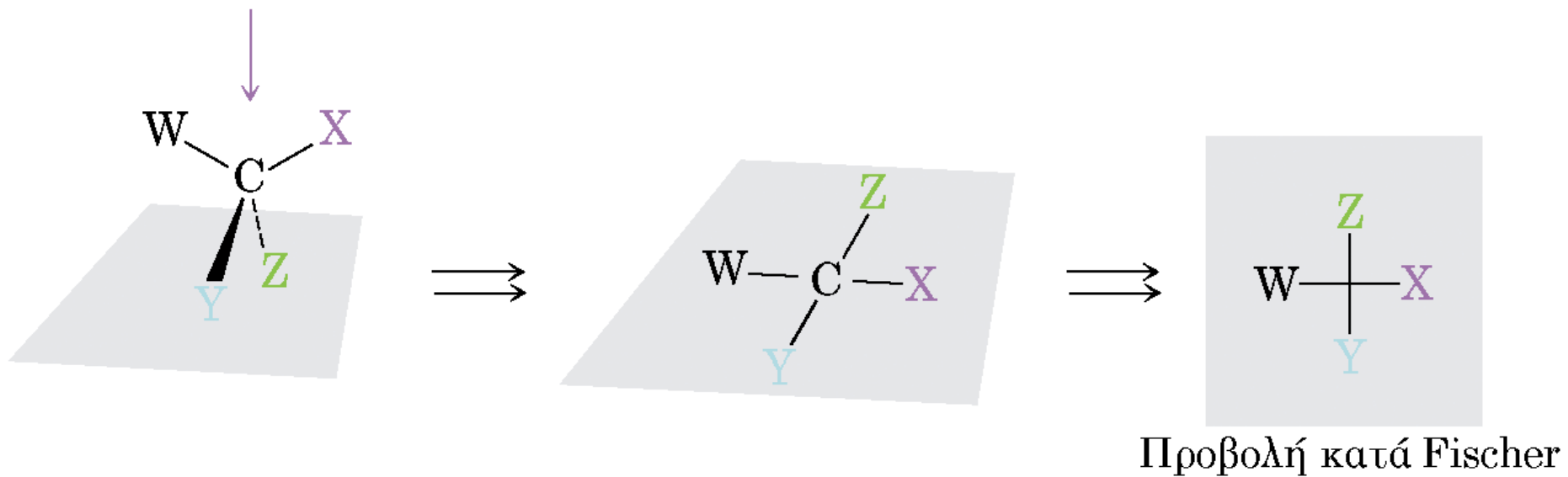
***trans*-1,3-Διμεθυλο-  
κυκλοπεντάνιο**

και

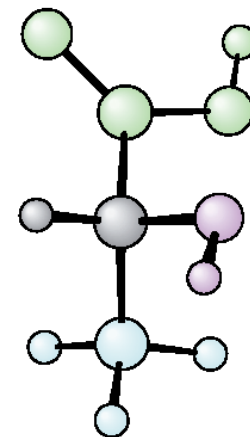
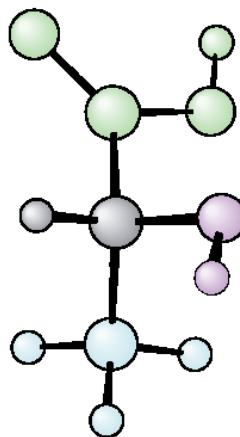
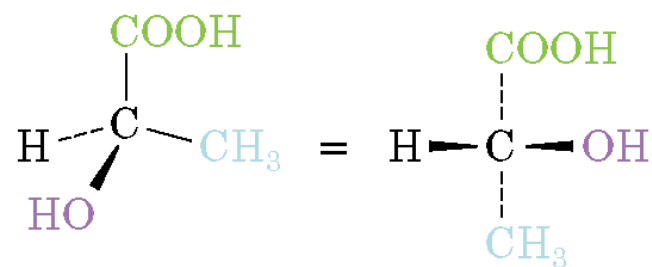


***cis*-1,3-Διμεθυλο-  
κυκλοπεντάνιο**

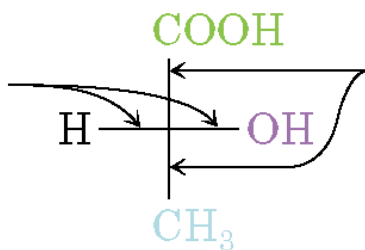
«Συμπίεση» για την επίτευξη  
 διδιάστατης προβολής







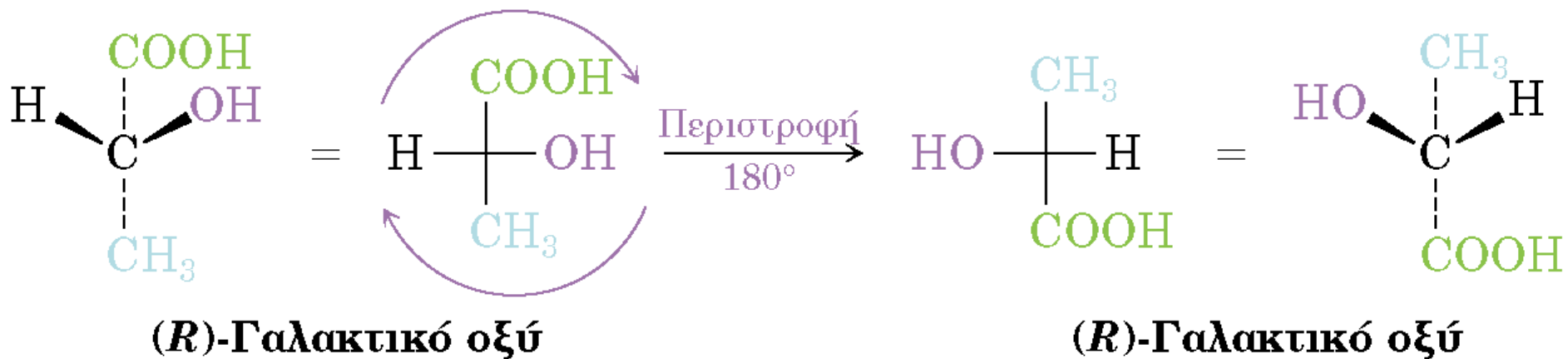
Δεσμοί που  
εξέρχονται  
από το επίπεδο  
της σελίδας

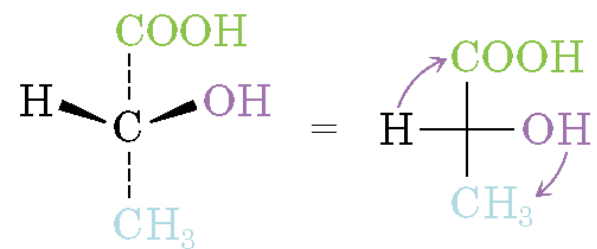


Δεσμοί που κατευθύνονται  
πίσω από το επίπεδο της σελίδας

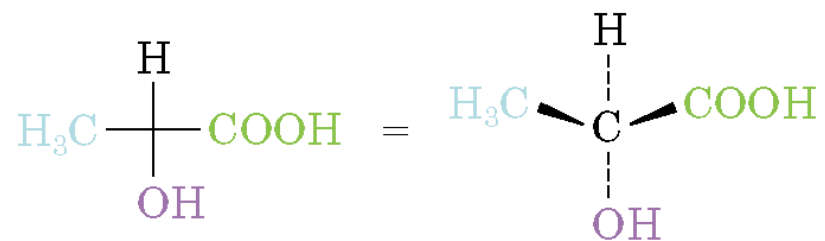
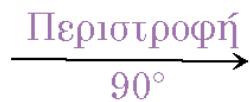
Προβολή κατά Fischer  
**(R)-Γαλακτικό οξύ**

**Στερεοσκοπική άποψη**

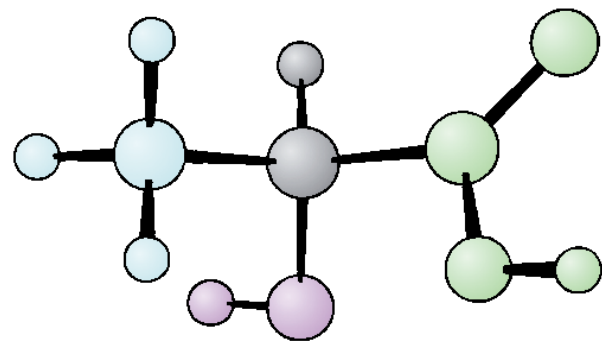
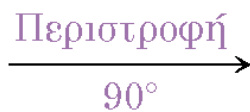
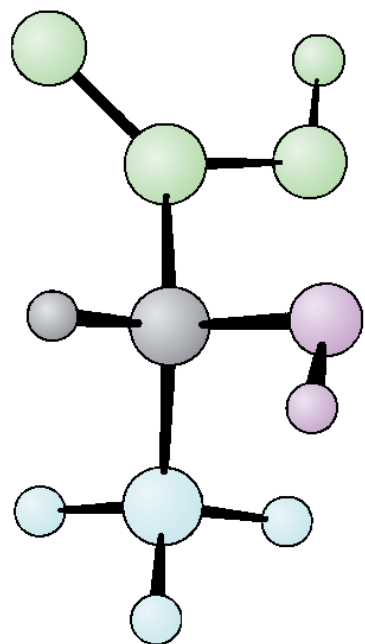


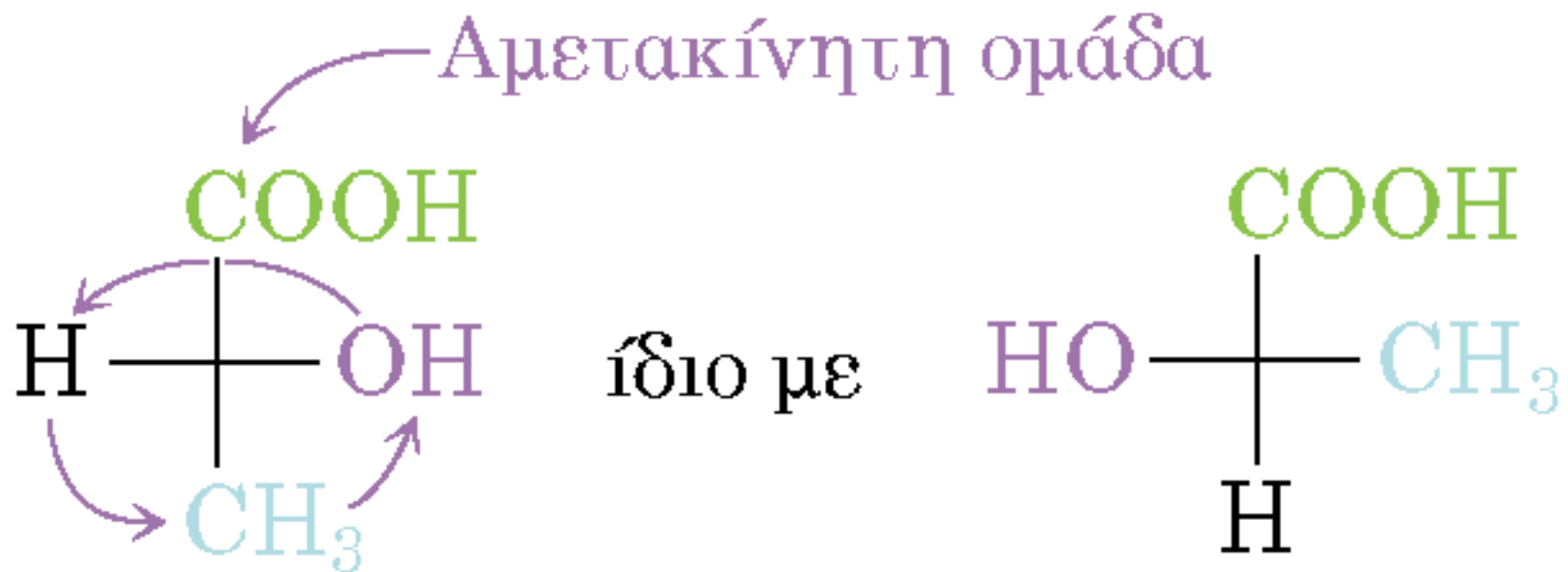


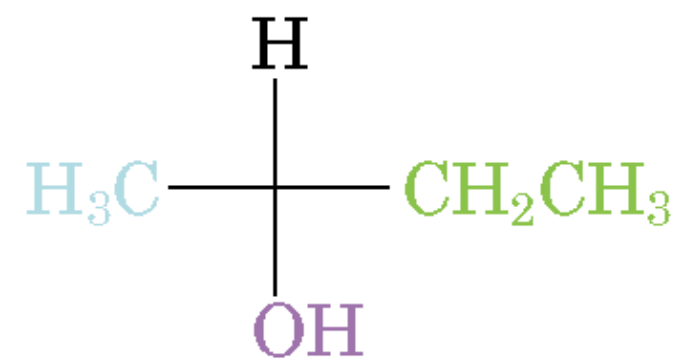
**(R)-Γαλακτικό οξύ**



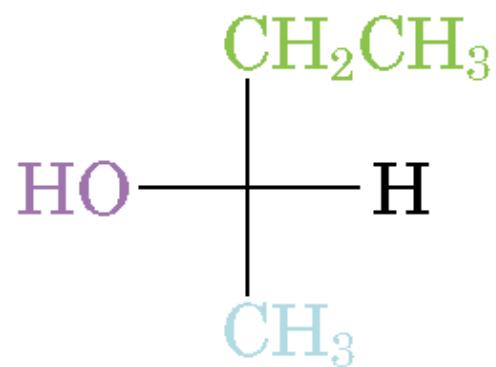
**(S)-Γαλακτικό οξύ**



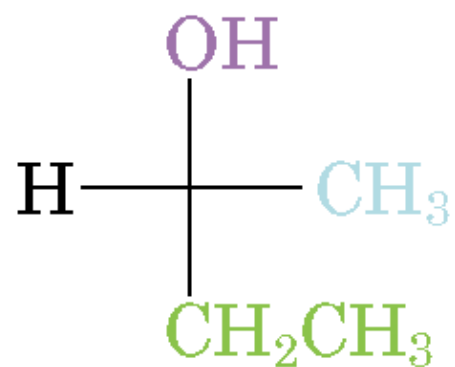




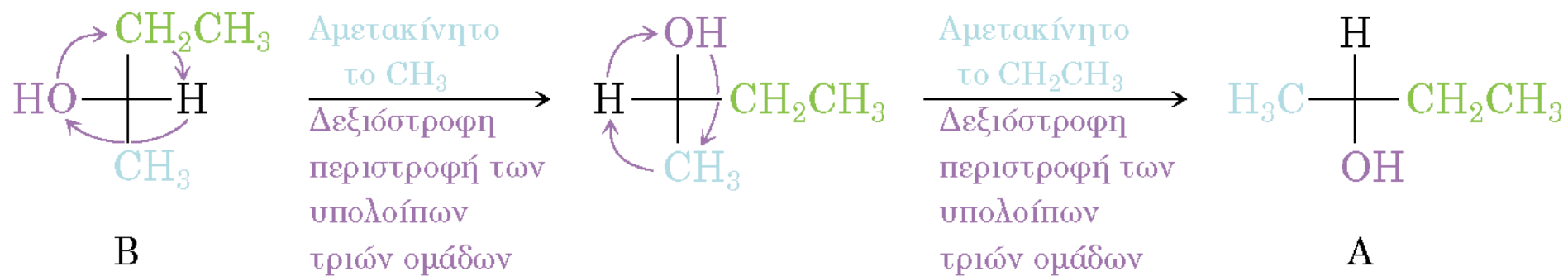
A

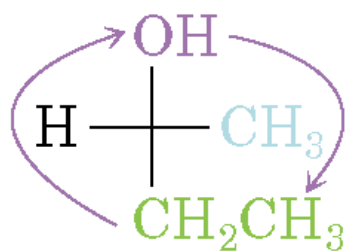


B



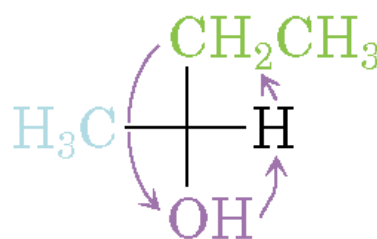
Γ



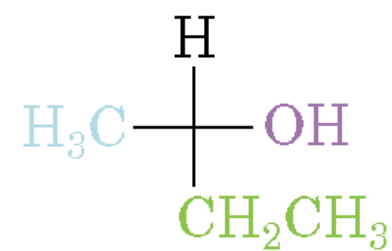


Γ

Περιστροφή  
180°



Αμετακίνητο  
το CH<sub>3</sub>  
Αριστερόστροφη  
περιστροφή  
των υπολοίπων  
τριών ομάδων



Δεν είναι η Α

# Τέλος Ενότητας



Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



# Χρηματοδότηση

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



**Σημειώματα**

# Σημείωμα αδειοδότησης

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



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

- Ως **Μη Εμπορική** ορίζεται η χρήση:
  - που δεν περιλαμβάνει άμεσο ή έμμεσο οικονομικό όφελος από την χρήση του έργου, για το διανομέα του έργου και αδειοδόχο
  - που δεν περιλαμβάνει οικονομική συναλλαγή ως προϋπόθεση για τη χρήση ή πρόσβαση στο έργο
  - που δεν προσπορίζει στο διανομέα του έργου και αδειοδόχο έμμεσο οικονομικό όφελος (π.χ. διαφημίσεις) από την προβολή του έργου σε διαδικτυακό τόπο
- Ο δικαιούχος μπορεί να παρέχει στον αδειοδόχο ξεχωριστή άδεια να χρησιμοποιεί το έργο για εμπορική χρήση, εφόσον αυτό του ζητηθεί.

# Σημείωμα Αναφοράς

Copyright Πανεπιστήμιο Κρήτης Γεώργιος Βασιλικογιαννάκης. «Οργανική Χημεία Ι». Έκδοση: 1.0. Ηράκλειο 2015. 14<sup>η</sup> Διάλεξη – 21/4/2015 . Διαθέσιμο από τη δικτυακή διεύθυνση:

<https://opencourses.uoc.gr/courses/course/view.php?id=350>.

# Διατήρηση Σημειωμάτων

Οποιαδήποτε αναπαραγωγή ή διασκευή του υλικού θα πρέπει να συμπεριλαμβάνει:

- το Σημείωμα Αναφοράς
- το Σημείωμα Αδειοδότησης
- τη δήλωση Διατήρησης Σημειωμάτων
- το Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων (εφόσον υπάρχει)

μαζί με τους συνοδευόμενους υπερσυνδέσμους.