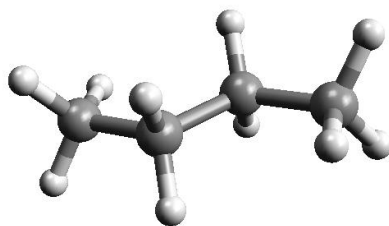
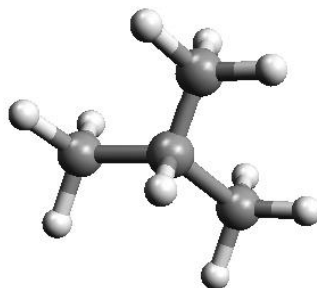


2ο Λύκειο Αργυρούπολης
τάξη Β΄

Οργανική Χημεία



Φυλλάδιο 3ο
Ισομέρεια



Ζιογένη Κοσμόπουλου

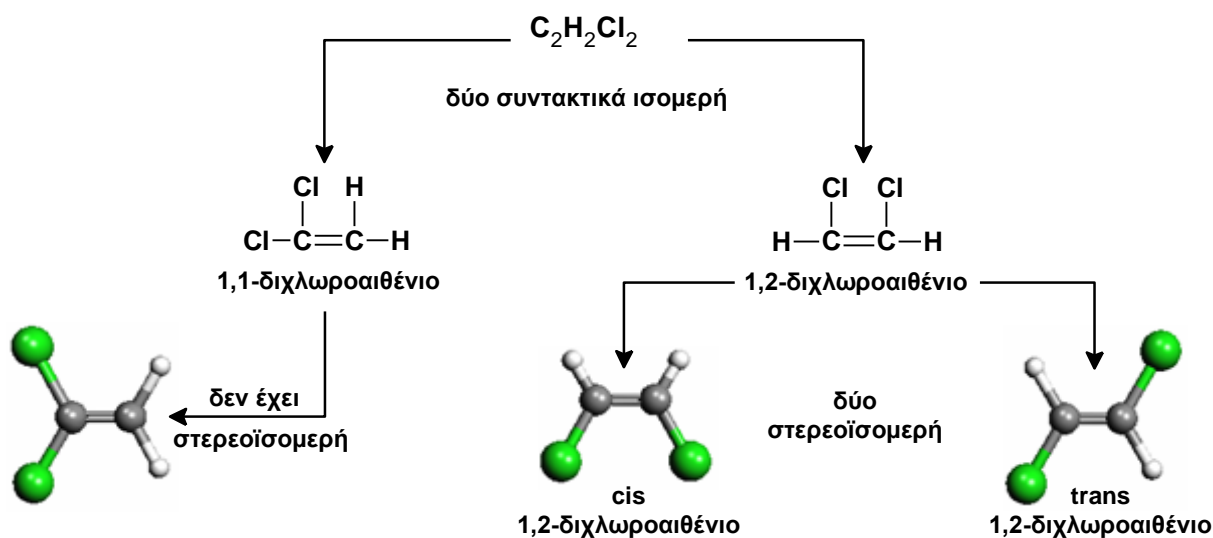
3. Ισομέρεια.

3.1. Ισομέρεια (συντακτική και στερεοϊσομέρεια).

Ισομέρεια είναι το φαινόμενο όπου δύο ή περισσότερες ενώσεις έχουν τον ίδιο μοριακό τύπο αλλά διαφορετικές φυσικές ή χημικές ιδιότητες. Είναι προφανές ότι οι ενώσεις αυτές είναι διαφορετικές.

Η ισομέρεια διακρίνεται στην **συντακτική ισομέρεια** όπου η διαφορετικότητα των ενώσεων οφείλεται στην διαφορετικό **συντακτικό τύπο** (σύνταξη στο επίπεδο), και την **στερεοϊσομέρεια** που οι ενώσεις έχουν **ίδιο συντακτικό τύπο** αλλά **διαφορετικό στερεοχημικό τύπο** (σύνταξη στον χώρο)¹.

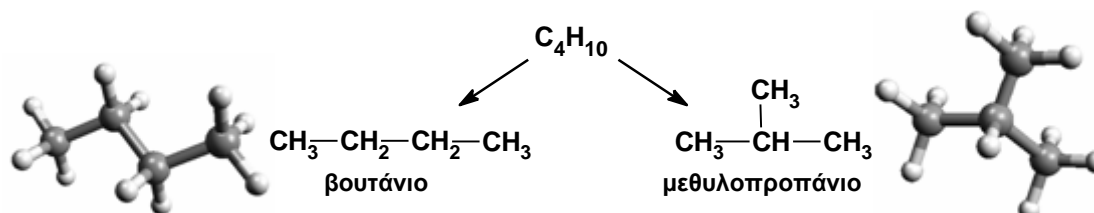
π.χ. στην απλή ένωση διχλωροαιθένιο ($C_2H_2Cl_2$) έχουμε τα ισομερή:



3.2. Περίπτώσεις συντακτικής ισομέρειας.

Η **συντακτική ισομέρεια** διακρίνεται στην **ισομέρεια ανθρακικής αλυσίδας**, **ισομέρεια θέσης** και **ισομέρεια ομόλογης σειράς**.

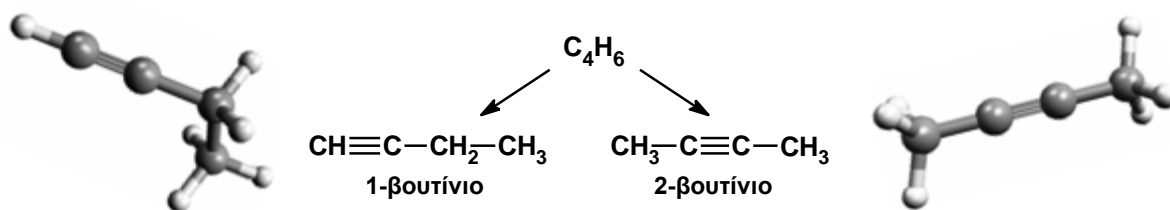
- i. Η **ισομέρεια ανθρακικής αλυσίδας** εμφανίζεται στην περίπτωση που οι ενώσεις διαφέρουν στην **ανθρακική αλυσίδα** π.χ. το βουτάνιο και το μεθυλοπροπάνιο.



Το βουτάνιο έχει μεγαλύτερο σημείο βρασμού από το μεθυλοπροπάνιο.

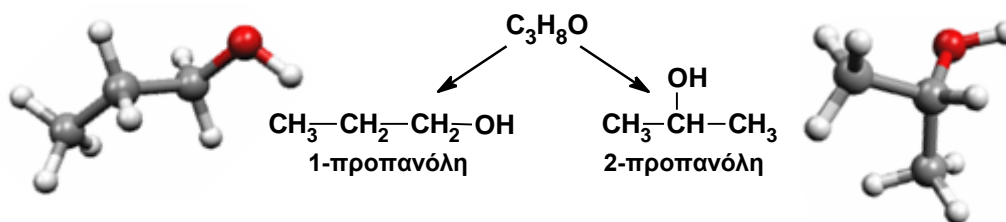
¹ Η περίπτωση της στερεοϊσομέρειας δεν αναπτύσσεται περαιτέρω στην Β' Λυκείου.

- ii. Στην **ισομέρεια θέσης** έχουμε ενώσεις με ίδια ανθρακική αλυσίδα αλλά **διαφέρουν στην θέση ενός πολλαπλού δεσμού ή μιας ομάδας** π.χ. το 1-βουτίνιο και το 2-βουτίνιο.



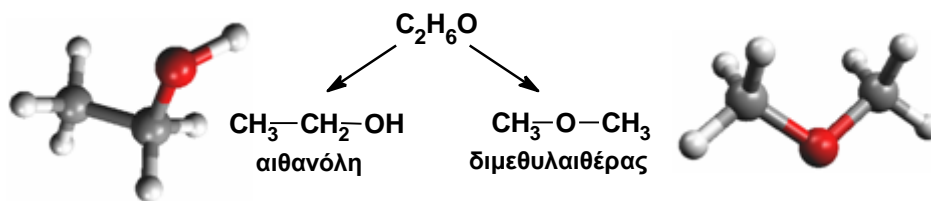
Το 1-βουτίνιο αντιδρά με νάτριο ενώ το 2-βουτίνιο όχι.

Άλλο παράδειγμα με διαφορετική θέση ως προς την ομάδα είναι η 1-προπανόλη και η 2-προπανόλη.



Η 1-προπανόλη οξειδώνεται σε αλδεύδη ενώ η 2-προπανόλη σε κετόνη.

- iii. **Ισομέρεια ομόλογης σειράς** χαρακτηρίζει ενώσεις με **διαφορετική λειτουργική ομάδα**. π.χ. η αιθανόλη και ο διμεθυλαιθέρας

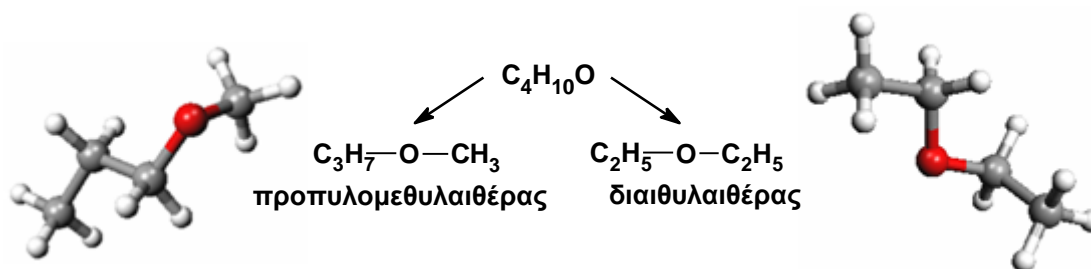


Η αιθανόλη αντιδρά με νάτριο ενώ ο αιθέρας όχι.

Οι συνηθέστερες περιπτώσεις ομόλογης σειράς είναι τα ζεύγη:

Αλκίνια και αλκαδιένια με τύπο $C_n H_{2n-2}$.	}	κορεσμένα με μία λειτουργική ομάδα.
Αλκοόλες και αιθέρες με τύπο $C_n H_{2n+2} O$.		
Αλδεύδες και κετόνες με τύπο $C_n H_{2n} O$.		
Οξέα και κετόνες με τύπο $C_n H_{2n} O_2$.		

Μία ιδιόμορφη περίπτωση συναντάμε μεταξύ των αιθέρων όπου η ομάδα $-O-$ "σπάει" την ανθρακική αλυσίδα και "μοιράζει" διαφορετικά τους άνθρακες στα αλκύλια π.χ.



Η περίπτωση αυτή δεν μπορεί να θεωρηθεί ως **ισομέρεια θέσης**, γιατί οι ενώσεις δεν έχουν ίδια ανθρακική αλυσίδα.²

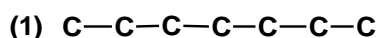
Από τα είδη της συντακτικής ισομέρειας σημαντικότερη, ως προς τις διαφορές που επιβάλλει στις ενώσεις, είναι η **ισομέρεια ομόλογης σειράς** και ακολουθεί η **ισομέρεια θέσης** και η **ισομέρεια ανθρακικής αλυσίδας**.

3.3. Μεθοδολογία εύρεσης ισομερών.

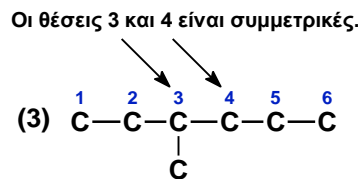
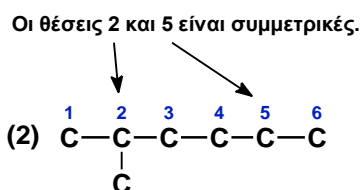
Εύρεση ισομερών αλκανίων.

Η εύρεση των δυνατών ισομερών που αντιστοιχούν σε ένα μοριακό τύπο κορεσμένου υδρογονάνθρακα (αλκάνιο) είναι στην ουσία εύρεση των δυνατών **διαφορετικών ανθρακικών αλυσίδων**. Θα αναλύσουμε την διαδικασία αυτή χρησιμοποιώντας σαν παράδειγμα ανθρακική αλυσίδα με επτά άτομα άνθρακα.

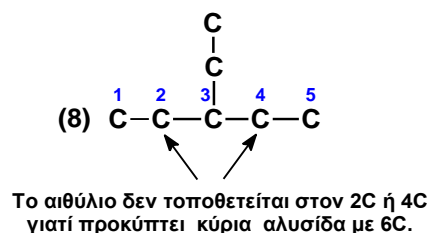
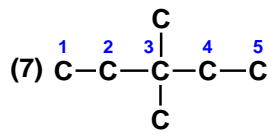
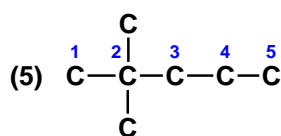
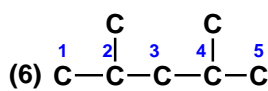
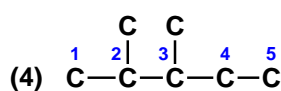
i. Γράφουμε την πρώτη αλυσίδα με συνεχόμενα τα άτομα άνθρακα:



ii. Αφαιρούμε 1 άτομο άνθρακα από την 1^η αλυσίδα οπότε η κύρια αλυσίδα έχει 6C και το τοποθετούμε σε όλες τις δυνατές θέσεις έτσι ώστε να προκύπτουν διαφορετικές ανθρακικές αλυσίδες.

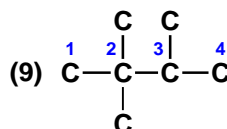


iii. Αφαιρούμε 2 άτομα άνθρακα από την 1^η αλυσίδα (κύρια αλυσίδα με 5C) και τα τοποθετούμε με όλους τους δυνατούς τρόπους (σαν δύο μεθύλια ή σαν ένα αιθύλιο) σε όλες τις δυνατές θέσεις προσέχοντας πάλι ώστε να προκύπτουν διαφορετικές ανθρακικές αλυσίδες.



iv. Συνεχίζουμε παρόμοια βγάζοντας 3 άνθρακα από την 1^η αλυσίδα (κύρια αλυσίδα με 4C).

Δεν μπορούμε να τοποθετήσουμε τους άνθρακες σχηματίζοντας αιθύλιο ή προπύλιο γιατί η κύρια αλυσίδα θα έχει περισσότερα από 4 άτομα C.



v. Σταματάμε την παραπάνω διαδικασία όταν διαπιστώνουμε ότι δεν είναι δυνατόν να προκύψουν νέες ανθρακικές αλυσίδες. Διαπιστώνουμε το σύνολο των διαφορετικών αλυσίδων που στην προκειμένη περίπτωση είναι (9).

Τα τελικά ισομερή αλκάνια προκύπτουν με την συμπλήρωση των παραπάνω ανθρακικών αλυσίδων με τα άτομα υδρογόνου (H).

² Την περίπτωση αυτή ονομάστηκε μεταμέρεια και την συναντάμε επίσης στους εστέρες και τις αμίνες.

Εύρεση ισομερών άλλων ομολόγων σειρών, πλην αθέρων και εστέρων.

Όταν τα ζητούμενα δυνατά συντακτικά ισομερή δεν είναι αλκάνια, πρέπει κατ' αρχήν να βρούμε από τον γενικό μοριακό τύπο το είδος των λειτουργικών ομάδων (πολλαπλών δεσμών ή άλλων ομάδων) που μπορεί να έχει η ένωση. **Ιδιαίτερη σημασία έχει να διαπιστώσουμε αν υπάρχει ισομέρεια ομολόγης σειράς.**

Στη συνέχεια αφού βρούμε όλες τις διαφορετικές αλυσίδες άνθρακα όπως είδαμε στην προηγούμενη παράγραφο **τοποθετούμε σε κάθε ανθρακική αλυσίδα τις λειτουργικές ομάδες σε όλες της δυνατές θέσεις** έτσι ώστε να προκύπτουν διαφορετικές ενώσεις. Συμπληρώνουμε ταυτόχρονα με άτομα υδρογόνου και αριθμούμε τα τελικά ισομερή.

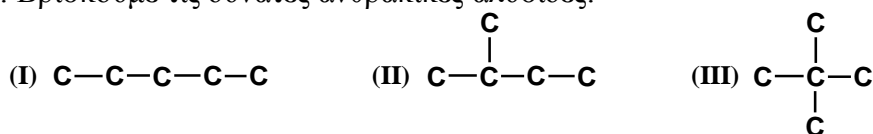
Προσοχή: Αν θέλουμε να διαπιστώσουμε την ύπαρξη όμοιων ενώσεων ονομάζουμε τις ενώσεις εφαρμόζοντας αυστηρά τους κανόνες αρίθμησης της ανθρακικής αλυσίδας, οπότε οι όμοιες ενώσεις εμφανίζονται με ίδιο όνομα.

Παράδειγμα 1^ο: Να βρεθούν τα ισομερή της ένωσης με τύπο C_5H_{10} .

βήμα 1^ο: Βρίσκουμε αν υπάρχουν λειτουργικές ομάδες:

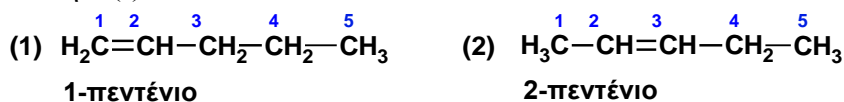
Η ένωση έχει γενικό τύπο C_nH_{2n} , άρα είναι **αλκένιο** δηλαδή έχει ένα δ.δ. ($-\overset{|}{C}=\overset{|}{C}-$).

βήμα 2^ο: Βρίσκουμε τις δυνατές ανθρακικές αλυσίδες:

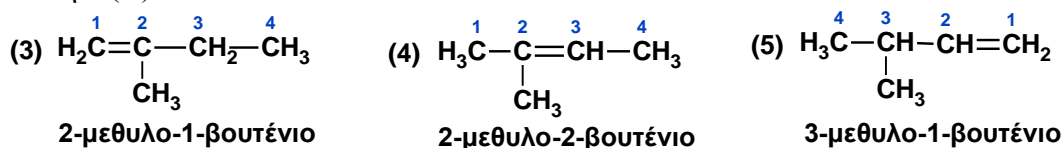


βήμα 3^ο: Τοποθετούμε τον δ.δ. σε όλες τις δυνατές θέσεις κάθε ανθρακικής αλυσίδας και συμπληρώνουμε τα H.

Από την (I) αλυσίδα:



Από την (II) αλυσίδα:

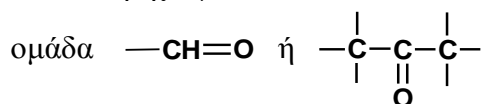


Από την (III) αλυσίδα δεν έχουμε ισομερή. Άρα έχουμε **συνολικά 5 συντακτικά ισομερή.**

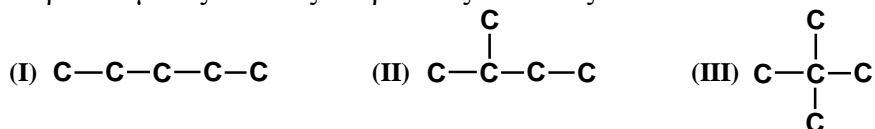
Παράδειγμα 2^ο: Να βρεθούν τα κορεσμένα ισομερή της ένωσης με τύπο $C_5H_{10}O$.

βήμα 1^ο: Βρίσκουμε αν υπάρχουν λειτουργικές ομάδες:

Η ένωση έχει γενικό τύπο $C_nH_{2n}O$ άρα είναι **αλδεύδη** ή **κετόνη** δηλαδή έχει



βήμα 2^ο : Βρίσκουμε τις δυνατές ανθρακικές αλυσίδες:



βήμα 3^ο : Τοποθετούμε πρώτα την **αλδεΐδομάδα** και ύστερα την **κετονομάδα** σε όλες τις δυνατές θέσεις κάθε ανθρακικής αλυσίδας και συμπληρώνουμε τα υδρογόνα.

Ισομερές αλδεΐδες:

Από την (I) αλυσίδα: (1) $\overset{5}{\text{CH}_3}\text{—}\overset{4}{\text{CH}_2}\text{—}\overset{3}{\text{CH}_2}\text{—}\overset{2}{\text{CH}_2}\text{—}\overset{1}{\text{CH=O}}$ πεντανάλη

Από την (II) αλυσίδα:



Από την (III) αλυσίδα: (4) $\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ | \\ \text{CH}_3\text{—C—CH=O} \\ | \\ \text{CH}_3 \end{array}$ διμεθυλοπροπανάλη

Ισομερές κετόνες:

Από την (I) αλυσίδα: (1) $\overset{5}{\text{CH}_3}\text{—}\overset{4}{\text{CH}_2}\text{—}\overset{3}{\text{CH}_2}\text{—}\overset{2}{\text{C}}\text{—}\overset{1}{\text{CH}_3}$ $\begin{array}{c} \text{O} \\ || \end{array}$ 2-πεντανόνη (2) $\overset{5}{\text{CH}_3}\text{—}\overset{4}{\text{CH}_2}\text{—}\overset{3}{\text{C}}\text{—}\overset{2}{\text{CH}_2}\text{—}\overset{1}{\text{CH}_3}$ $\begin{array}{c} \text{O} \\ || \end{array}$ 3-πεντανόνη

Από την (II) αλυσίδα: (3) $\begin{array}{c} \overset{4}{\text{CH}_3}\text{—}\overset{3}{\text{CH}}\text{—}\overset{2}{\text{C}}\text{—}\overset{1}{\text{CH}_3} \\ | \quad || \\ \text{CH}_3 \quad \text{O} \end{array}$ μεθυλοβουτανόνη

Από την (III) αλυσίδα δεν έχουμε ισομερή.

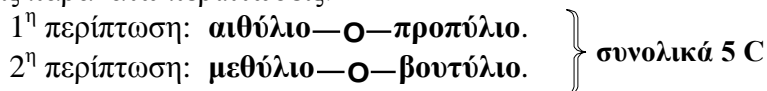
Άρα έχουμε 3 αλδεΐδες και 3 κετόνες **συνολικά 6 συντακτικά ισομερή**.

Εύρεση ισομερών αιθέρων και εστέρων.**Εύρεση ισομερών αιθέρων.**

Η εύρεση των ισομερών αιθέρων παρουσιάζει ιδιομορφία γιατί η αλυσίδα του άνθρακα «σπάει» από την ομάδα του αιθέρα.

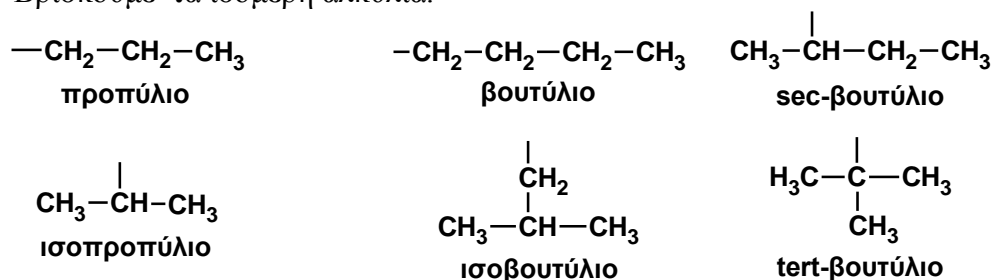
Στην ουσία τα ζητούμενα ισομερή είναι όλοι οι δυνατοί συνδυασμοί των διαφορετικών ισομερών αλκυλίων που όταν ενωθούν με την αιθερομάδα να δίνουν τον ζητούμενο αιθέρα.

Σαν παράδειγμα θα αναζητήσουμε τους ισομερές αιθέρες με τύπο $C_5H_{12}O$ ³. Στον αιθέρα αυτό έχουμε τις παρακάτω περιπτώσεις:



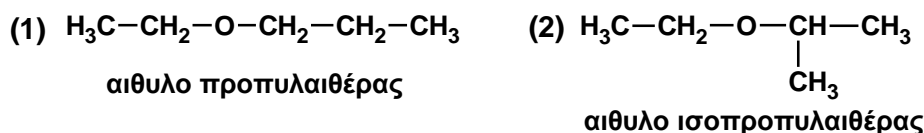
Στη συνέχεια θα βρούμε τα ισομερή προπύλια και τα ισομερή βουτύλια και ύστερα θα πάρουμε όλους του δυνατούς συνδυασμούς των αλκυλίων.

βήμα 1^ο : Βρίσκουμε τα ισομερή αλκύλια.

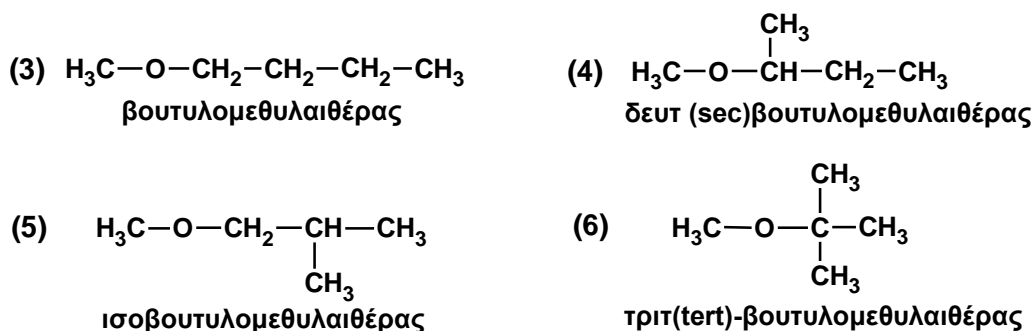


βήμα 2^ο : Βρίσκουμε τους δυνατούς συνδυασμούς των αλκυλίων.

Ισομερή στην 1^η περίπτωση: **αιθύλιο—O—προπύλιο.**



Ισομερή στην 2^η περίπτωση: **μεθύλιο—O—βουτύλιο.**



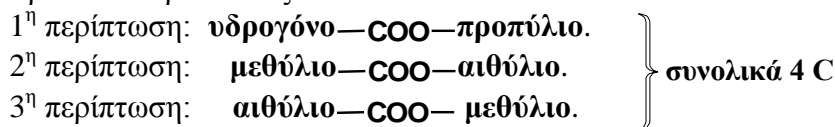
Συνολικά έχουμε 6 ισομερές αιθέρες.

³ Όταν καθορίζεται η ομόλογη σειρά δεν αναζητούμε ισομερή ομόλογης σειράς. Προσοχή όμως στην εκφώνηση της άσκησης. Η έκφραση «να βρεθούν οι ισομερές αιθέρες ...» δεν είναι ίδια με την έκφραση «να βρεθούν τα ισομερή του αιθέρα ...» που δεν αποκλείει την περίπτωση των αλκοολών.

Εύρεση ισομερών εστέρων.

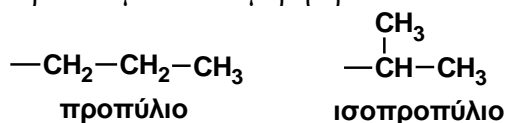
Η περίπτωση αναζήτησης ισομερών εστέρων έχει ανάλογη μέθοδο με εκείνη των αιθέρων ⁴.

Σαν παράδειγμα θα αναζητήσουμε τους ισομερές εστέρες με τύπο $C_4H_8O_2$. Στον εστέρα αυτό έχουμε τις παρακάτω περιπτώσεις:



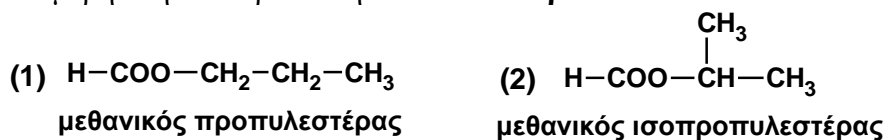
Στη συνέχεια θα βρούμε τα ισομερή προπύλια και ύστερα θα πάρουμε όλους του δυνατούς συνδυασμούς των αλκυλίων.

βήμα 1^ο : Βρίσκουμε τα ισομερή προπύλια.

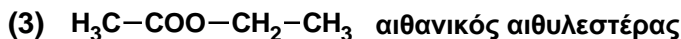


βήμα 2^ο : Βρίσκουμε τους δυνατούς συνδυασμούς των αλκυλίων.

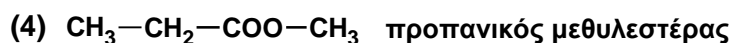
Ισομερή στην 1^η περίπτωση: **H—COO—προπύλιο.**



Ισομερή στην 2^η περίπτωση: **μεθύλιο—COO—αιθύλιο.**



Ισομερή στην 3^η περίπτωση: **αιθύλιο—COO—μεθύλιο.**



Συνολικά έχουμε 4 ισομερές εστέρες.

⁴ Ανάλογη μέθοδο έχουν και τα ισομερή των δευτεροταγών και τριτοταγών αμινών.

Ερωτήσεις – Ασκήσεις.

- Εξετάστε αν ισχύει ή όχι η πρόταση: «Αν δύο χημικές ενώσεις είναι ισομερείς προς μία τρίτη, θα είναι και μεταξύ τους ισομερείς».
- Γράψτε τους συντακτικούς τύπους δύο οργανικών ενώσεων που εμφανίζουν με την 1-βουτανόλη, η μία ισομέρεια θέσης και η άλλη ισομέρεια αλυσίδας.
- Ποια αλκάνια με τη μικρότερη μοριακή μάζα εμφανίζουν το φαινόμενο της ισομέρειας;
- Οι ενώσεις E_1 και E_2 με μοριακούς τύπους C_4H_8 και C_5H_{10} αντίστοιχα:
 - εμφανίζουν ισομέρεια ομόλογης σειράς
 - εμφανίζουν ισομέρεια θέσης
 - εμφανίζουν συντακτική ισομέρεια, αλλά δεν είναι δυνατό να γνωρίζουμε το είδος της.
 - δεν εμφανίζουν ισομέρεια.
- Η αιθανόλη:
 - είναι ισομερής με μία μόνο αλκοόλη
 - δεν είναι ισομερής με καμία ένωση
 - είναι ισομερής με τον διαιθυλαιθέρα
 - είναι ισομερής με κάποια άλλη ένωση.
- Στερεοϊσομέρεια ονομάζουμε το φαινόμενο κατά το οποίο δύο ή περισσότερες χημικές ενώσεις έχουν:
 - ίδιο μοριακό και διαφορετικό συντακτικό τύπο
 - ίδιο στερεοχημικό, αλλά διαφορετικό συντακτικό τύπο
 - τον ίδιο στερεοχημικό τύπο
 - ίδιο συντακτικό και διαφορετικό στερεοχημικό τύπο.
- Μια χημική ένωση E έχει μοριακό τύπο C_6H_{12} . Δεν είναι ισομερής με την E η ένωση:

α. 3,3-διμεθυλο-1-βουτένιο	γ. 3,3-διμεθυλο-1-πεντένιο
β. 4-μεθυλο-1-πεντένιο	δ. 3-μεθυλο-1-πεντένιο.
- Πόσοι υδρογονάνθρακες υπάρχουν που περιέχουν στο μόριό τους δύο άτομο άνθρακα;

α. δύο	β. κανένας	γ. τρεις	δ. ένας
--------	------------	----------	---------
- Το πλήθος των άκυκλων συντακτικών ισομερών που αντιστοιχούν στον μοριακό τύπο C_5H_{10} είναι:

α. επτά	β. έξι	γ. πέντε	δ. τρία
---------	--------	----------	---------
- Το 3-μεθυλο-1-πεντένιο είναι ισομερές με το :

α. 1-πεντένιο	β. 3-μεθυλο-πεντάνιο
γ. 3-μεθυλο-1-πεντίνιο	δ. 3,3-διμεθυλο-1-βουτένιο
- Οι ενώσεις $CH_3-CH=CH-CH_2-CH_3$ και $CH\equiv C-CH_2-CH_2-CH_3$
 - εμφανίζουν ισομέρεια αλυσίδας
 - εμφανίζουν ισομέρεια θέσης
 - εμφανίζουν ισομέρεια αλυσίδας και ισομέρεια θέσης
 - δεν είναι ισομερείς.
- Να γραφούν και να ονομαστούν τα άκυκλα ισομερή με τύπο:

α. C_7H_{16} ,	β. C_5H_{10} ,	γ. C_6H_{10} .
------------------	------------------	------------------
- Να γραφούν και να ονομαστούν τα άκυκλα ισομερή με τύπο:

α. $C_4H_{10}O$,	β. C_4H_8O	γ. $C_4H_8O_2$	δ. C_4H_9Cl	ε. C_4H_8Cl .
-------------------	--------------	----------------	---------------	-----------------