

**Χημεία**

**γ' λυκείου**

**Ομάδας Προσανατολισμού  
Θετικών Σπουδών**

**Τόμος 10ος**

## ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΑΡΧΙΚΗΣ ΕΚΔΟΣΗΣ

Το παρόν βιβλίο περιέχει τα παρακάτω κεφάλαια:

- α) Από το βιβλίο «Χημεία θετικής Κατεύθυνσης» Β΄ Λυκείου των Λιοδάκη Σ., Γάκη Δ., Θεοδωρόπουλου Δ., Θεοδωρόπουλου Π. και Κάλλη Α. (έκδοση 2012) τα κεφάλαια 2, 3, 4, 5.
- β) Από το βιβλίο «Χημεία θετικής Κατεύθυνσης» Γ΄ Λυκείου των Λιοδάκη Σ., Γάκη Δ., Θεοδωρόπουλου Δ. και Θεοδωρόπουλου Π. (έκδοση 2012) τα κεφάλαια 1, 3, 5.

**Επιστημονικός Υπεύθυνος –  
Διεύθυνση Ομάδων Εργασίας:  
Στέλιος Λιοδάκης**

## **Ομάδα Συγγραφής:**

**Στέλιος Λιοδάκης, Δρ. Χημικός,  
Επίκουρος Καθηγητής ΕΜΠ**

**Δημήτρης Γάκης, Δρ. Χημικός  
Μηχανικός, Λέκτορας ΕΜΠ**

**Δημήτρης Θεοδωρόπουλος,  
Χημικός Μηχανικός Δ/θμιας  
Εκπαίδευσης**

**Παναγιώτης Θεοδωρόπουλος,  
Χημικός Δ/θμιας Εκπαίδευσης**

**Αναστάσιος Κάλλης, Χημικός  
Δ/θμιας Εκπαίδευσης**

## **Ομάδα Τεχνικής Υποστήριξης:**

**Στάθης Σιάνος, Χημικός Μηχανικός  
ΕΜΠ**

**Ηρακλής Αγιοβλασίτης, φοιτητής  
στη σχολή Χημικών Μηχανικών,  
ΕΜΠ**

**Άννα Γάκη**, φοιτήτρια στη σχολή  
Χημικών Μηχανικών, ΕΜΠ  
**Βλάσσης Παπανικολάου**, φοιτητής  
στη σχολή Ηλεκτρολόγων Μηχα-  
νικών, ΕΜΠ  
**Άντζελα Λαζάρου**, φωτογράφος  
ΤΕΙ Αθήνας

**Γλωσσική Επιμέλεια:**  
**Χρήστος Ανδρίτσος**

**Τεχνική Επιμέλεια:**  
**Στέλιος Λιοδάκης**

**Υπεύθυνος στο πλαίσιο του**  
**Παιδαγωγικού Ινστιτούτου:**  
**Δρ. Αντώνιος Σ. Μπομπέτσης,**  
Χημικός, M.Ed., Ph.D., Σύμβουλος  
Π.Ι.

## ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΕΠΑΝΕΚΔΟΣΗΣ

Η επανέκδοση του παρόντος βιβλίου πραγματοποιήθηκε από το Ινστιτούτο Τεχνολογίας Υπολογιστών & Εκδόσεων «Διόφαντος» μέσω ψηφιακής μακέτας, η οποία δημιουργήθηκε με χρηματοδότηση από το ΕΣΠΑ / ΕΠ «Εκπαίδευση & Διά Βίου Μάθηση» / Πράξη «ΣΤΗΡΙΖΩ».



Ευρωπαϊκή Ένωση  
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ  
ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ ΚΑΙ ΔΙΑ ΒΙΟΥ ΜΑΘΗΣΗ  
επένδυση στην κοινωνία της γνώσης  
ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ & ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ, ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ & ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ  
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



ΕΣΠΑ  
2007-2013  
Πρόγραμμα για τη γνώση  
ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ

Οι διορθώσεις πραγματοποιήθηκαν κατόπιν έγκρισης του Δ.Σ. του Ινστιτούτου Εκπαιδευτικής Πολιτικής

**Η αξιολόγηση, η κρίση των προσαρμογών και η επιστημονική επιμέλεια του προσαρμοσμένου βιβλίου πραγματοποιείται από τη Μονάδα Ειδικής Αγωγής του Ινστιτούτου Εκπαιδευτικής Πολιτικής.**

**Η προσαρμογή του βιβλίου για μαθητές με μειωμένη όραση από το ΙΤΥΕ – ΔΙΟΦΑΝΤΟΣ πραγματοποιείται με βάση τις προδιαγραφές που έχουν αναπτυχθεί από ειδικούς εμπειρογνώμονες για το ΙΕΠ.**

**ΠΡΟΣΑΡΜΟΓΗ ΤΟΥ ΒΙΒΛΙΟΥ  
ΓΙΑ ΜΑΘΗΤΕΣ  
ΜΕ ΜΕΙΩΜΕΝΗ ΟΡΑΣΗ**

---

**ΙΤΥΕ - ΔΙΟΦΑΝΤΟΣ**

**ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ, ΕΡΕΥΝΑΣ  
ΚΑΙ ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ**

**ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΗΣ  
ΠΟΛΙΤΙΚΗΣ**

**Σ. Λιοδάκης, Δ. Γάκης,  
Δ. Θεοδωρόπουλος,  
Π. Θεοδωρόπουλος, Α. Κάλλης**

**Η συγγραφή και η επιστημονική  
επιμέλεια του βιβλίου  
πραγματοποιήθηκε υπό την αιγίδα  
του Παιδαγωγικού Ινστιτούτου**

**Χημεία  
γ' λυκείου**

**Ομάδας Προσανατολισμού  
Θετικών Σπουδών**

**Τόμος 10ος**

**Ι.Τ.Υ.Ε. «ΔΙΟΦΑΝΤΟΣ»**





# [7.4]

## Οργανικές συνθέσεις – Διακρίσεις

### Οργανικές συνθέσεις

Οργανική σύνθεση είναι μία διαδικασία παρασκευής οργανικής ουσίας με πρώτες ύλες μία ή περισσότερες οργανικές ενώσεις, όπου συνήθως μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε οποιαδήποτε ανόργανα αντιδραστήρια. Είναι δυνατόν επίσης να ζητείται να συνθέσουμε μία οργανική ένωση μόνο από ανόργανες ουσίες.

Για να επιτύχουμε τη σύνθεσή μας είναι απαραίτητη η γνώση των σημαντικών αντιδράσεων της οργανικής χημείας και μια σχετική εμπειρία.

Για την καλύτερη αντιμετώπιση των οργανικών συνθέσεων σας προτείνουμε την εξής ταξινόμηση.

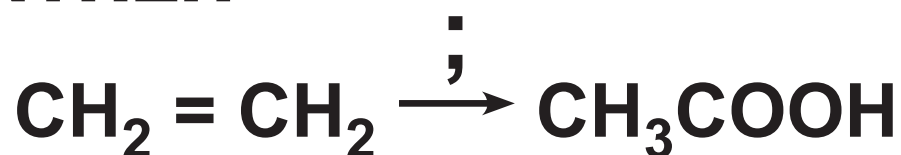
## I. ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ

Η ένωση της οποίας ζητείται η σύνθεση έχει στο μόριό της τον ίδιο αριθμό ατόμων άνθρακα με την ένωση που αποτελεί την πρώτη ύλη.

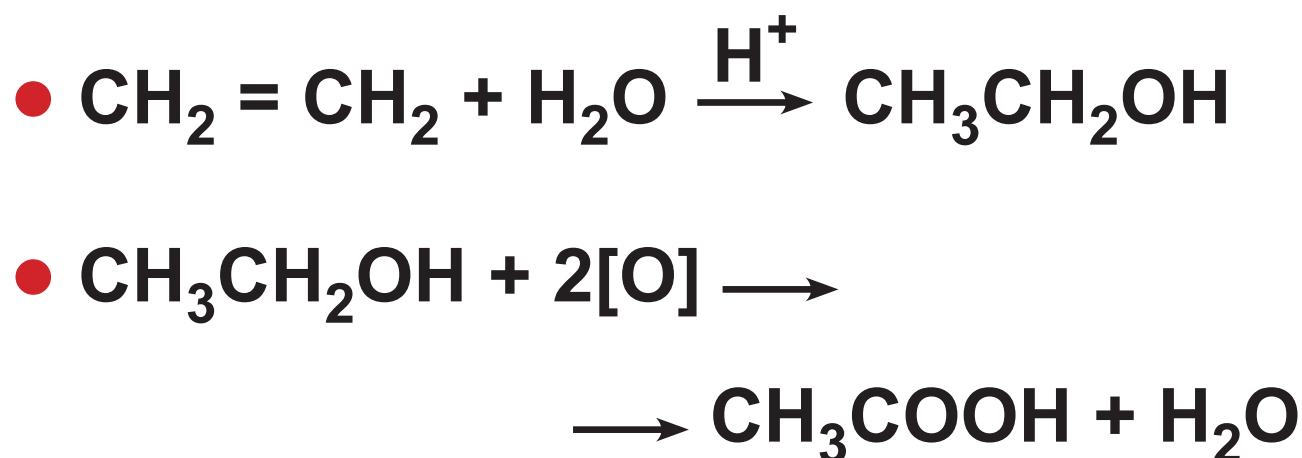
### Παράδειγμα 7.8

Με πρώτη ύλη αιθυλένιο και τις απαραίτητες ανόργανες ουσίες, να παρασκευαστεί το αιθανικό οξύ.

### ΑΠΑΝΤΗΣΗ



Τόσο το αιθυλένιο όσο και το αιθανικό οξύ έχουν στο μόριό τους δύο άτομα άνθρακα. Δε θα χρειαστεί λοιπόν να «πειράξουμε» την ανθρακική αλυσίδα. Το οξύ μπορεί να παρασκευαστεί από την οξείδωση της αιθανόλης που παρασκευάζεται εύκολα από το αιθυλένιο.

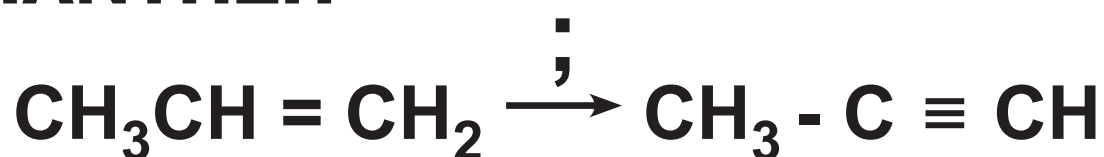


• Όταν θέλουμε να γράψουμε την οξείδωση μιας ένωσης, χωρίς να χρειάζεται να γράψουμε αναλυτικά την αντίδραση με ένα συγκεκριμένο οξειδωτικό σώμα, π.χ.  $\text{KMnO}_4$ , τη γράφουμε χρησιμοποιώντας το σύμβολο  $[\text{O}]$ , χωρίς αυτό να σημαίνει ότι χρησιμοποιούμε αέριο  $\text{O}_2$ .

## Παράδειγμα 7.9

Πώς μπορούμε να παρασκευάσουμε προπίνιο από προπένιο και ανόργανες ουσίες;

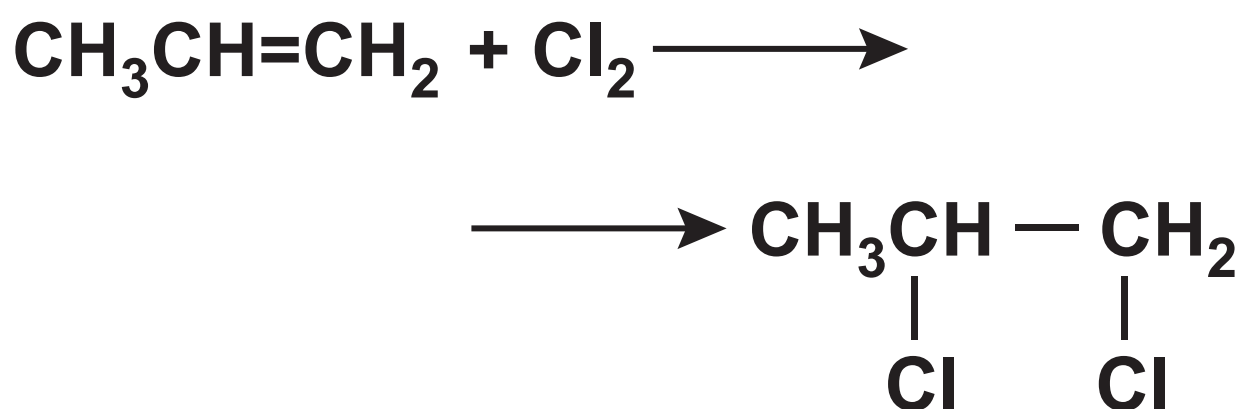
### ΑΠΑΝΤΗΣΗ

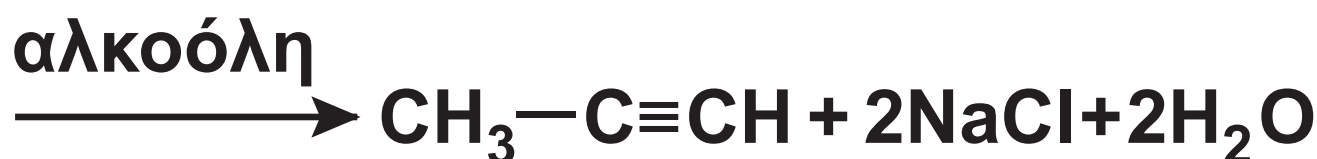
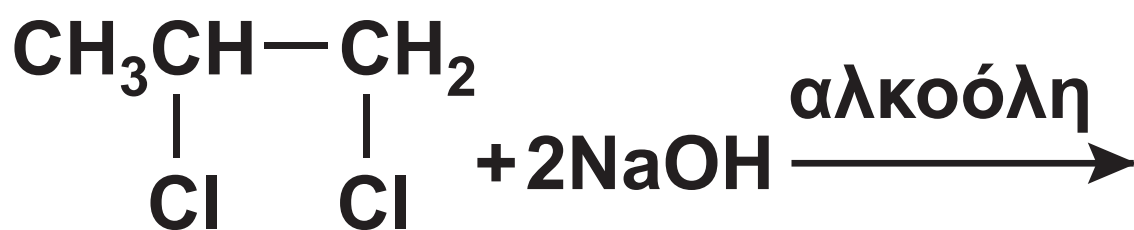


Το πρόβλημα είναι ουσιαστικά να

μετατραπεί ο διπλός δεσμός σε τριπλό, χωρίς να αλλάξει η θέση του ή η ανθρακική αλυσίδα.

Γνωρίζουμε ότι ένα αλκίνιο παράγεται από την αντίδραση ενός κατάλληλου διαλογονοπαραγωγού με αλκοολικό διάλυμα NaOH. Το αλκένιο όμως μετατρέπεται εύκολα σε διαλογονοπαραγό:

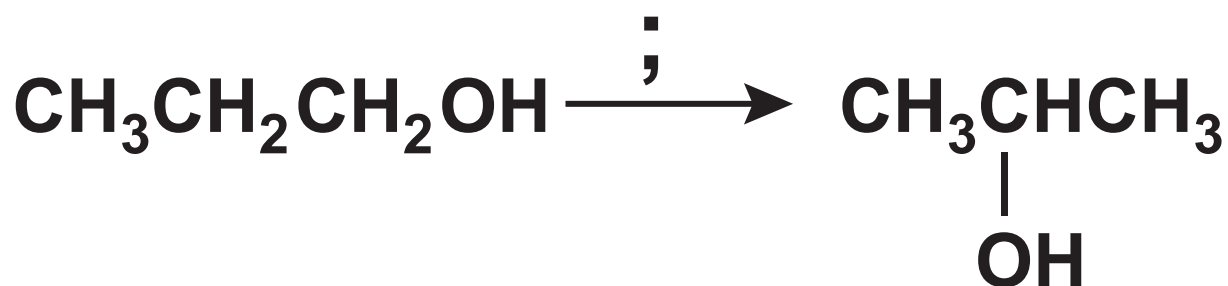




## Παράδειγμα 7.10

Πώς μπορείτε να παρασκευάσετε 2-προπανόλη από 1-προπανόλη και ανόργανες ουσίες;

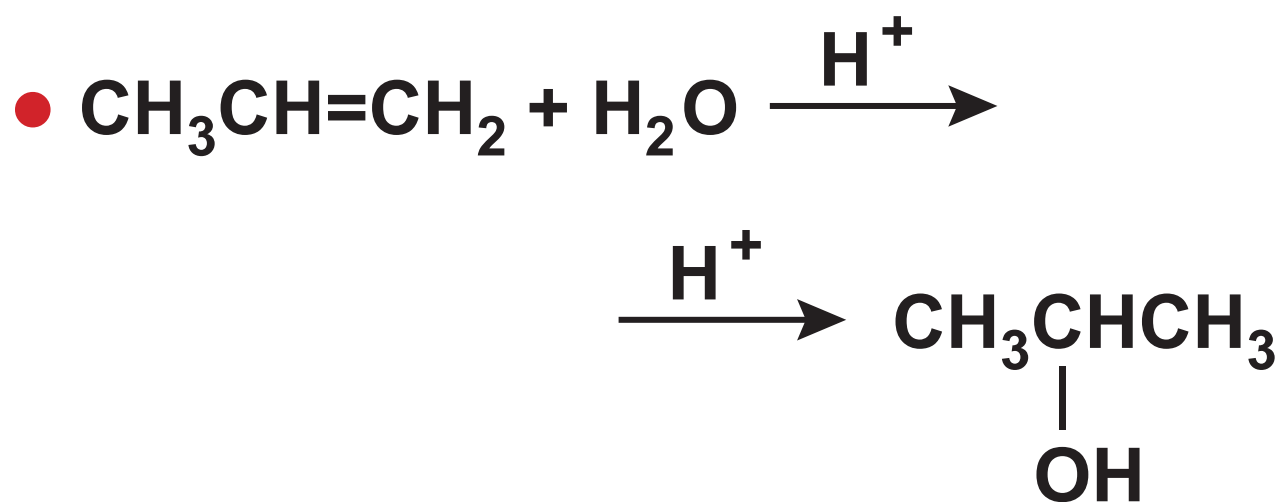
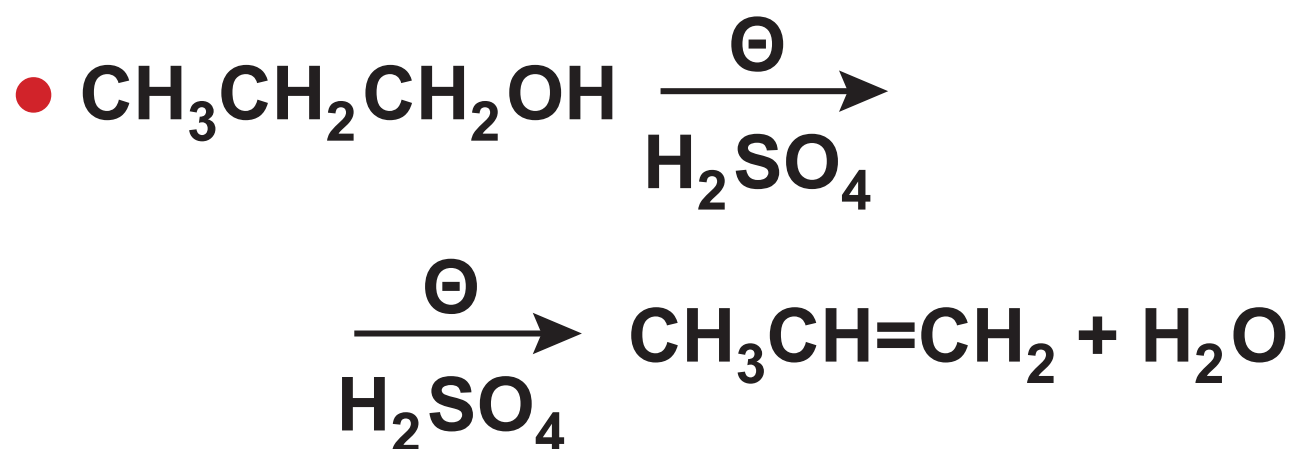
## ΑΠΑΝΤΗΣΗ



Το πρόβλημα ουσιαστικά είναι να

**10 / 301 - 302**

μετακινηθεί το υδροξύλιο μιας αλκοόλης από τη θέση 1 στη θέση 2. Η 2-προπανόλη ως γνωστόν είναι το κύριο προϊόν της προσθήκης νερού σε προπένιο. Το προπένιο προκύπτει εύκολα από την αφυδάτωση της 1-προπανόλης.



## Εφαρμογές

1. Με πρώτη ύλη αιθίνιο και ανόργανες ουσίες, να παρασκευάσετε αιθανόλη.
2. Με πρώτη ύλη 1-βουτένιο και ανόργανες ουσίες να παρασκευάσετε 1-βουτίνιο.
3. Με πρώτη ύλη 1-βουτανόλη και ανόργανες ουσίες να παρασκευάσετε 2-βουτανόλη.

## II. ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ

Η οργανική ένωση που δίνεται ως πρώτη ύλη έχει στο μόριό της  $n$  άτομα άνθρακα και αυτή που πρέπει να συνθέσουμε έχει  $m$  άτομα άνθρακα ( $m \neq n$ ).



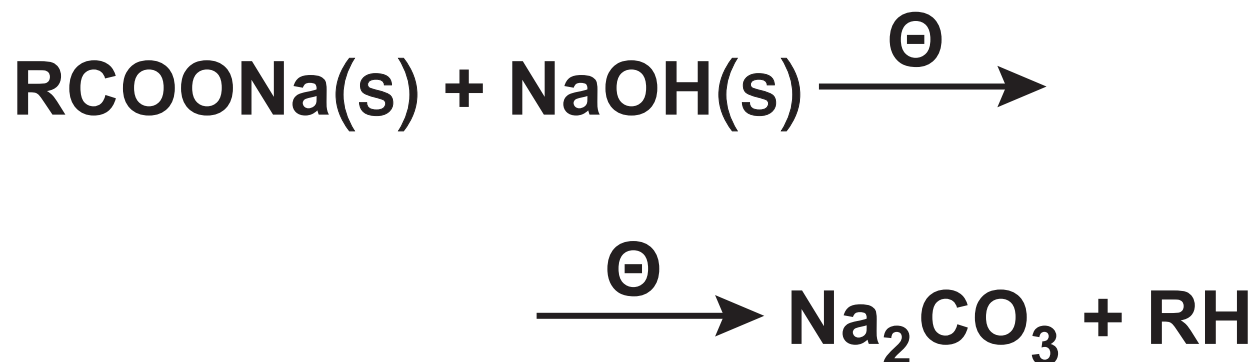
Στην περίπτωση αυτή πρέπει να αλλάξει ο αριθμός των ατόμων του άνθρακα στην ανθρακική αλυσίδα, οπότε θα πρέπει να ψάξουμε για μια «αντίδραση-κλειδί», την οποία θα χρησιμοποιήσουμε για τη λύση της άσκησης.

Διακρίνουμε τις ακόλουθες περιπτώσεις μεταβολής στην ανθρακική αλυσίδα.

**α. Η ανθρακική αλυσίδα μικραίνει κατά ένα άτομο άνθρακα.**

Σε προηγούμενο κεφάλαιο είχαμε αναφερθεί σε μία αντίδραση που μας επιτρέπει μια τέτοια αποικοδόμηση και αυτή είναι η αποκαρβοξυλίωση, που λαμβάνει χώρα αν θερμάνουμε σε υψηλή θερμοκρασία άλας κορεσμένου μονοκαρβοξυλικού οξέος με Na ή K με στερεό

NaOH ή KOH αντίστοιχα.



Μια άλλη αντίδραση που οδηγεί σε προϊόν με ένα άτομο άνθρακα λιγότερο από την πρώτη ύλη, η οποία έχει ιδιαίτερη σημασία για τις διακρίσεις που θα αναφέρουμε στην επόμενη ενότητα, είναι η αλογονοφορμική αντίδραση.

## Αλογονοφορμική αντίδραση

Την αντίδραση αυτή δίνουν:

α. οι κορεσμένες μονοσθενείς αλκοόλες που έχουν τον τύπο

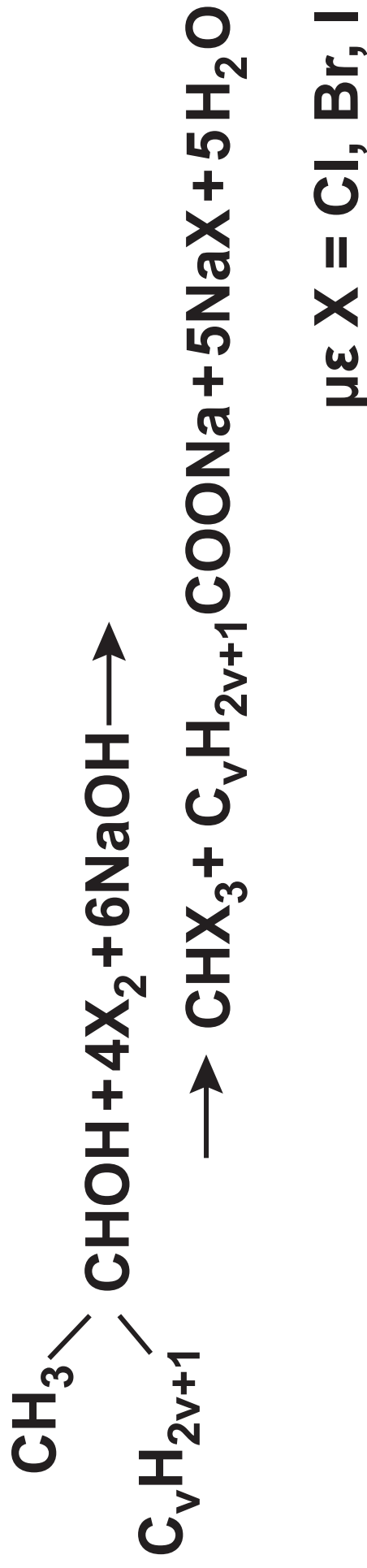


**β. οι καρβονυλικές ενώσεις που έχουν τον τύπο**



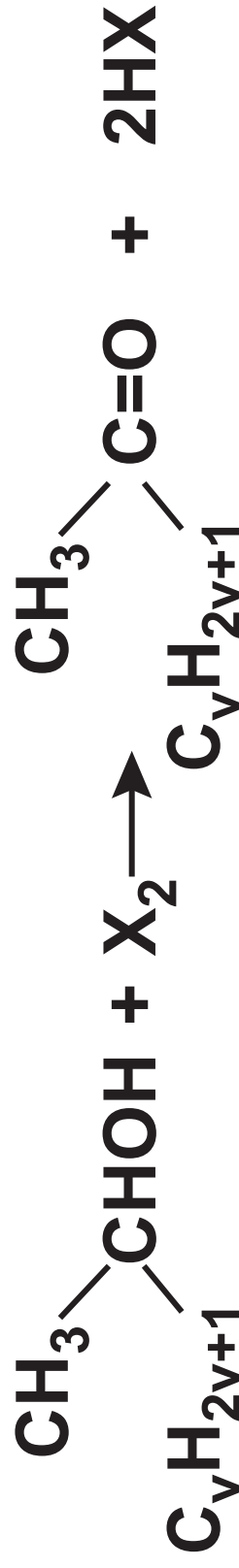
**με διάλυμα  $\text{Cl}_2$ ,  $\text{Br}_2$  ή  $\text{I}_2$  παρουσία  $\text{NaOH}$  ή  $\text{KOH}$ .**

Για τις αλκοόλες έχουμε:

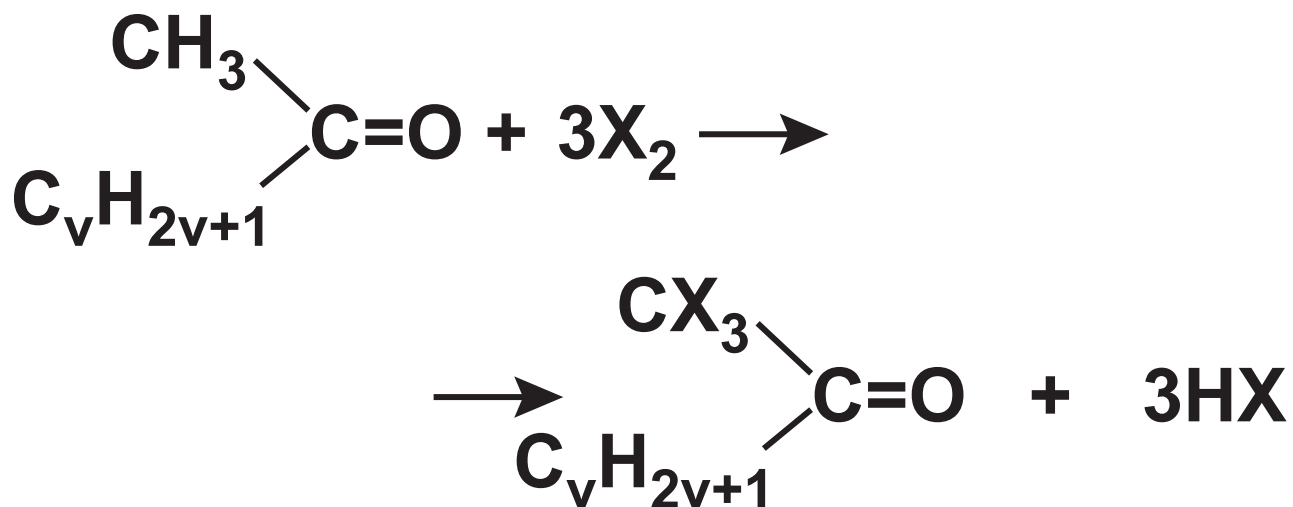


Η αλογονοφορμική αντίδραση αποτελείται από τις παρακάτω απλούστερες αντιδράσεις:

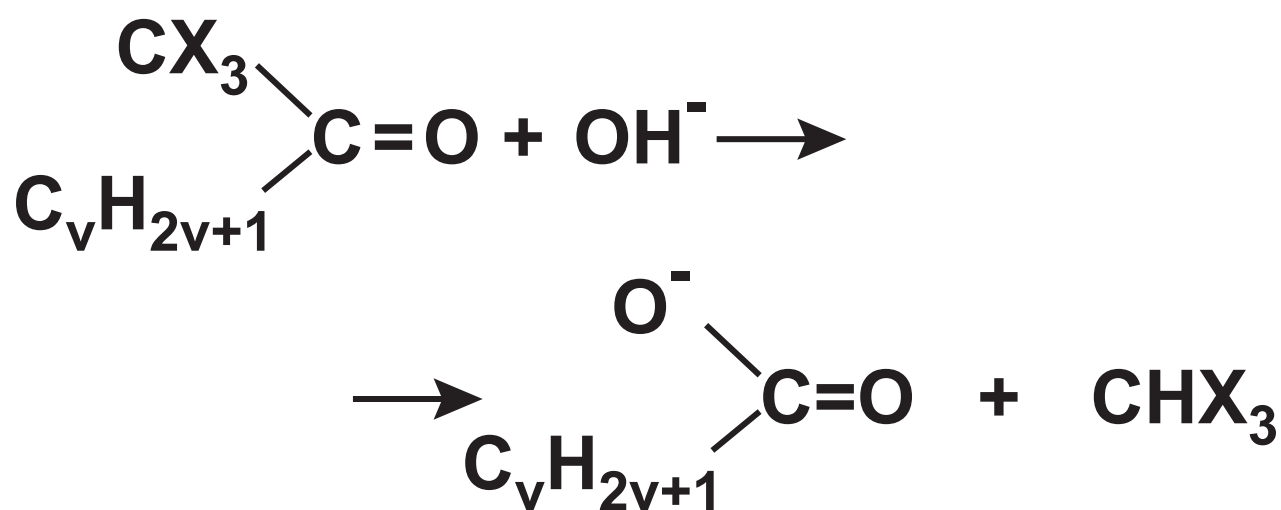
1. Οξείδωση της αλκοόλης από το αλογόνο.



## 2. Υποκατάσταση των τριών υδρογόνων του μεθυλίου με αλογόνο.



## 3. Υποκατάσταση του $-\text{CX}_3$ με $-\text{O}^-$ σε αλκαλικό περιβάλλον και σχηματισμό αλογονοφορμίου ( $\text{CHX}_3$ ).



Για τις καρβονυλικές ενώσεις, έχουμε:



Συνήθως χρησιμοποιούμε ιώδιο, οπότε σχηματίζεται το ιωδοφόρμιο ( $\text{CHI}_3$ ) που είναι κίτρινο χαρακτηριστικό ίζημα.

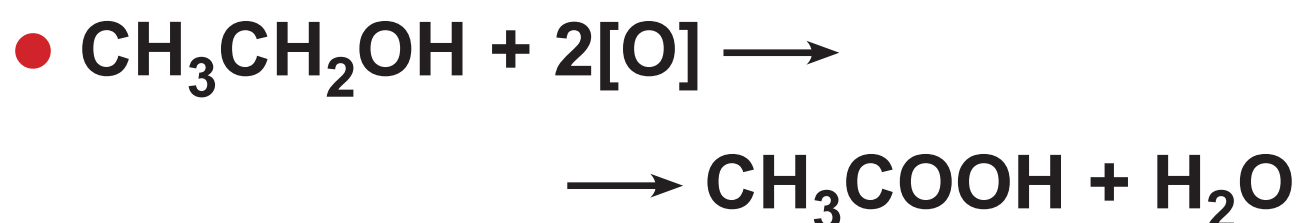
## Παράδειγμα 7.11

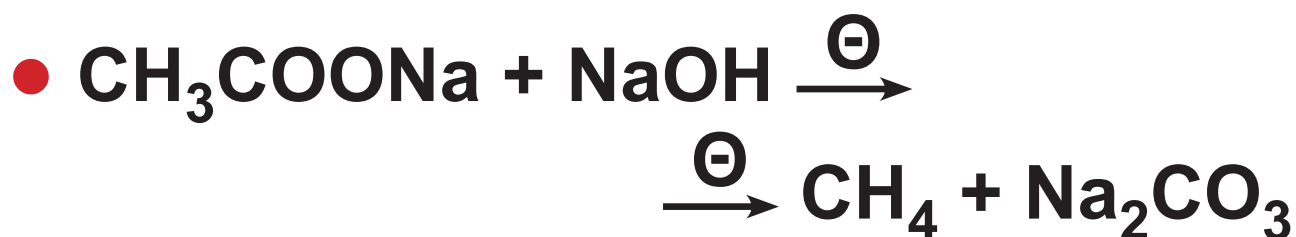
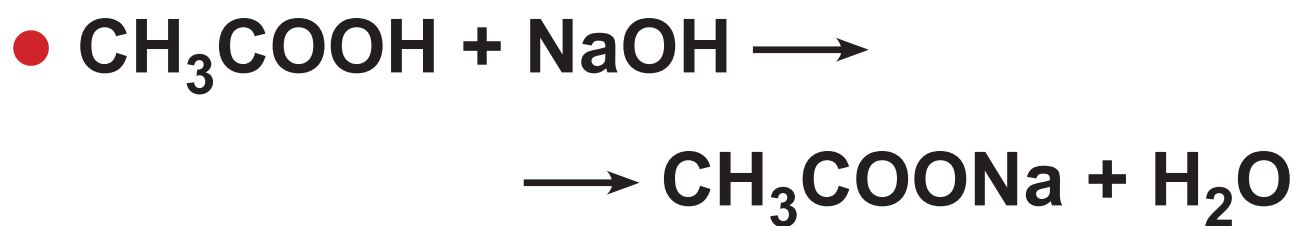
Να παρασκευαστεί μεθάνιο με πρώτη ύλη αιθανόλη και ανόργανες ουσίες.

### ΑΠΑΝΤΗΣΗ



Θέλουμε να παρασκευάσουμε ένα αλκάνιο, που στο μόριό του να έχει ένα άτομο άνθρακα λιγότερο από όσα έχει το μόριο της ένωσης που μας δόθηκε ως πρώτη ύλη. Σκεφτόμαστε ως κατάλληλη αντίδραση την αποκαρβοξυλίωση του  $\text{CH}_3\text{COONa}$  το οποίο μπορούμε σχετικά εύκολα να παρασκευάσουμε από αιθανόλη.

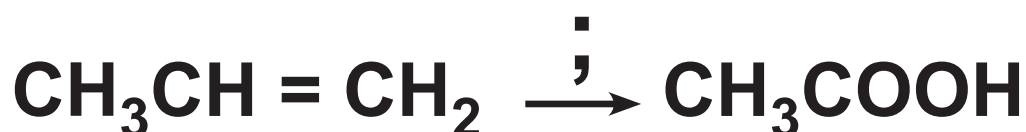




## Παράδειγμα 7.12

Με πρώτη ύλη προπένιο και ανόργανες ουσίες να παρασκευαστεί το οξικό οξύ.

### ΑΠΑΝΤΗΣΗ

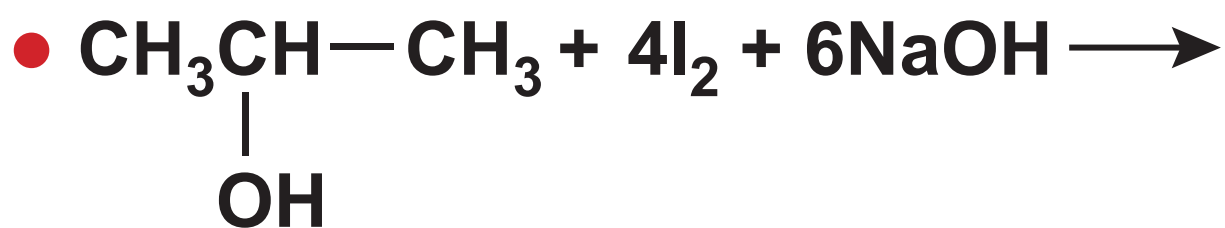
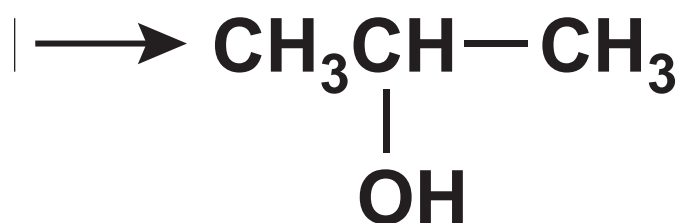


Όταν η ουσία που μας ζητάνε να παρασκευάσουμε είναι οξύ και έχει ένα άτομο άνθρακα λιγότερο από την πρώτη ύλη η σκέψη μας πηγαίνει στην αλογονοφορμική αντίδραση. Στην προκειμένη περίπτωση

**20 / 304 - 305**



μας, το προπένιο δίνει εύκολα τη 2-προπανόλη που δίνει την αλογονοφορμική αντίδραση.



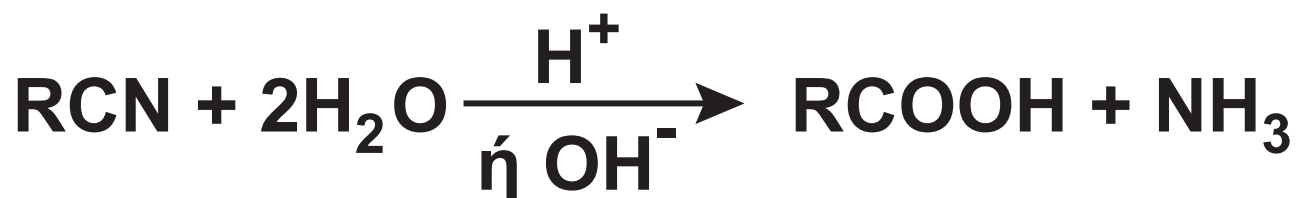
## **Εφαρμογές**

1. Με πρώτη ύλη 1-προπανόλη και ανόργανες ουσίες να παρασκευάσετε αιθάνιο.
2. Με πρώτη ύλη 1-βουτένιο και ανόργανες ουσίες να παρασκευάσετε προπανικό οξύ.

## **β. Η ανθρακική αλυσίδα μεγαλώνει κατά ένα άτομο άνθρακα**

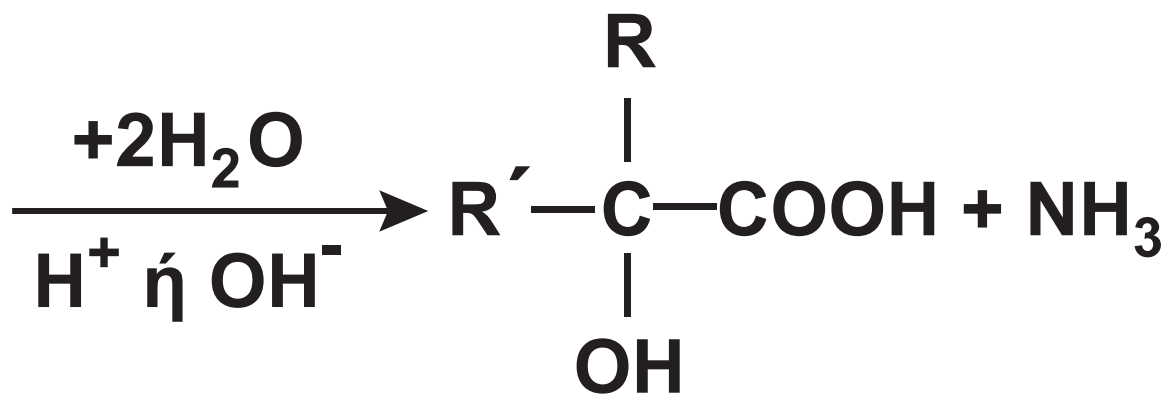
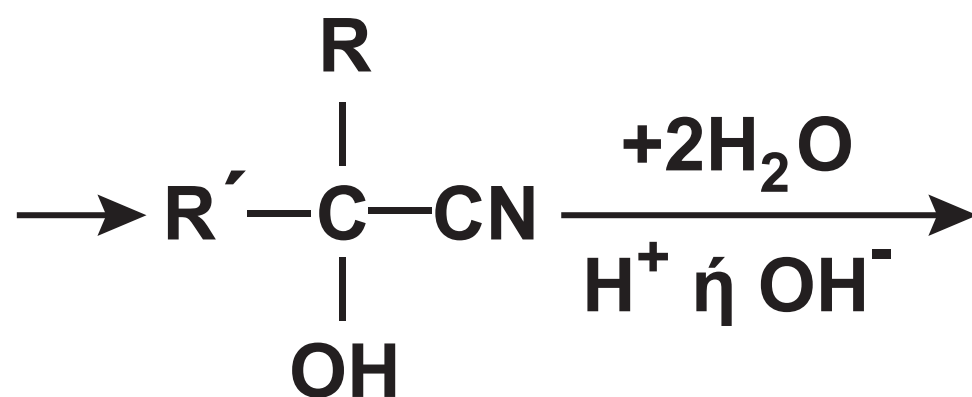
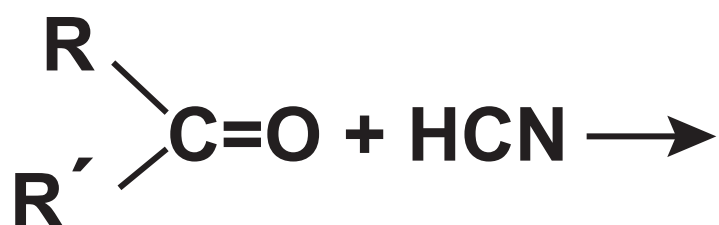
Οι σπουδαιότερες αντιδράσεις από αυτές που έχουμε αναφέρει, που μας δίνουν τη δυνατότητα να μεγαλώσουμε την ανθρακική αλυσίδα κατά ένα άτομο άνθρακα, είναι οι εξής δύο:

i) Μετατροπή αλκυλαλογονιδίου σε οξύ



ii) Κυανυδρινική σύνθεση

Η αντίδραση αυτή ξεκινάει από μια καρβονυλική ένωση, η οποία αντιδρά με υδροκυάνιο και δίνει κάποιο υδροξυνιτρίλιο ή κυανυδρίνη, από το οποίο μπορούμε να παρασκευάσουμε α-υδροξυοξύ.



## Παράδειγμα 7.13

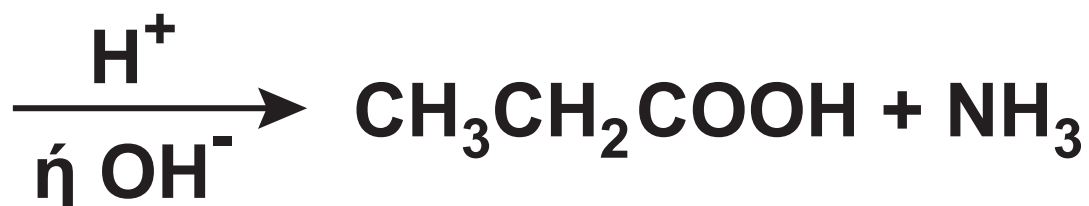
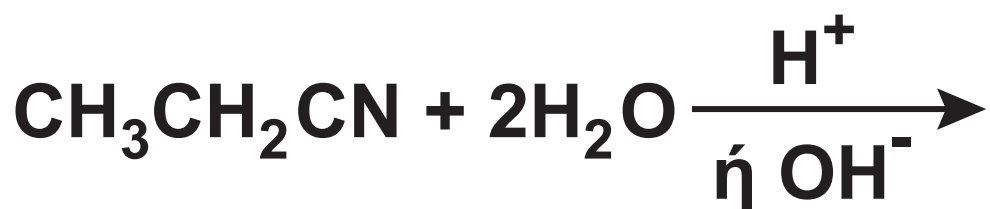
Με πρώτη ύλη αιθυλένιο και ανόργανες ενώσεις να παρασκευάσετε προπανικό οξύ.

### ΑΠΑΝΤΗΣΗ



Μετατρέπουμε το αλκένιο σε αλκυλοχλωρίδιο από το οποίο παρασκευάζουμε εύκολα ένα οξύ με ένα άτομο άνθρακα περισσότερο από το αλκυλαλογονίδιο.

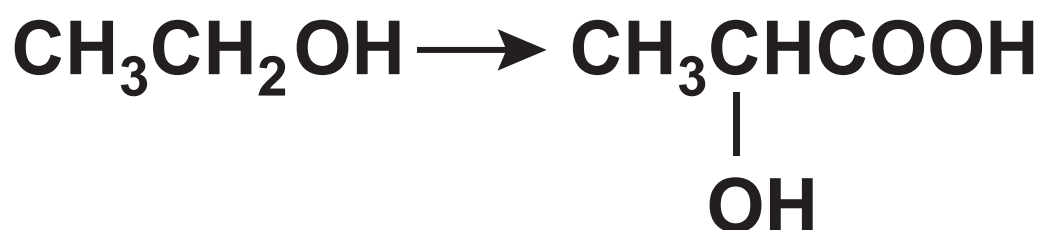
- $\text{CH}_2 = \text{CH}_2 + \text{HCl} \rightarrow \text{CH}_3\text{CH}_2\text{Cl}$
- $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{Cl} + \text{KCN} \rightarrow$   
 $\rightarrow \text{CH}_3\text{CH}_2\text{CN} + \text{KCl}$



## Παράδειγμα 7.14

Με πρώτη ύλη αιθανόλη και ανόργανες ουσίες να παρασκευάσετε το 2-υδροξυπροπανικό οξύ (γαλακτικό οξύ).

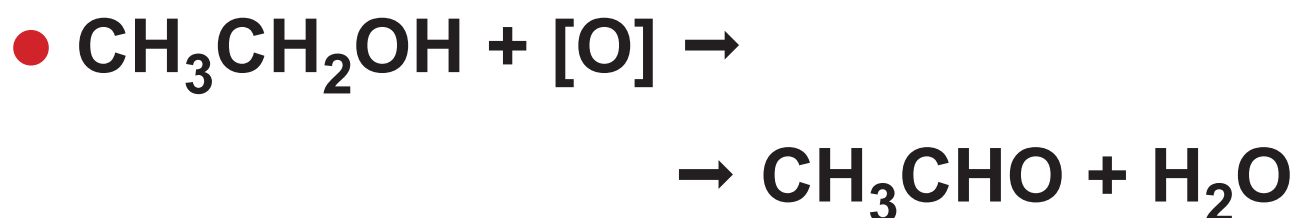
## ΑΠΑΝΤΗΣΗ

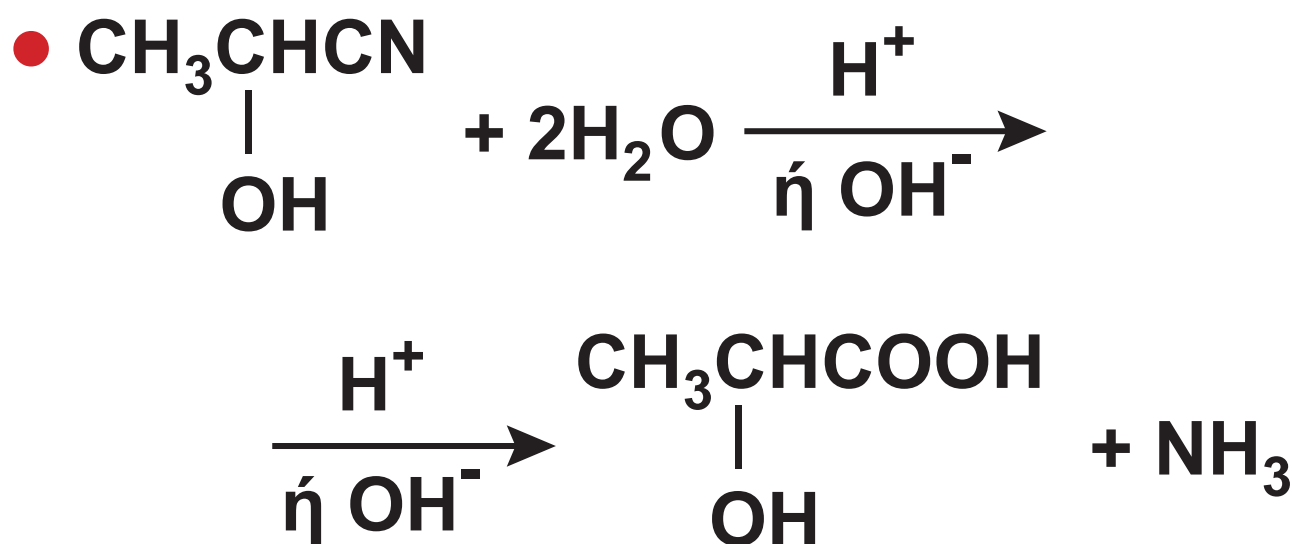


Αφού θέλουμε να παρασκευάσουμε α-υδροξυοξύ σκεφτόμαστε το αντίστοιχο υδροξυνιτρίλιο

$$\text{CH}_3\text{CH}(\text{OH})\text{CN}$$

που παρασκευάζεται κατά την προσθήκη HCN σε ακεταλδεΐδη, η οποία παρασκευάζεται με οξείδωση της αιθανόλης.





## Εφαρμογές

1. Με πρώτη ύλη την 1-προπανόλη και ανόργανες ουσίες να παρασκευάσετε βουτανικό οξύ.
2. Με πρώτη ύλη την 2-προπανόλη και ανόργανες ουσίες να παρασκευάσετε 2-μεθυλο-2-υδροξυπροπανικό οξύ.



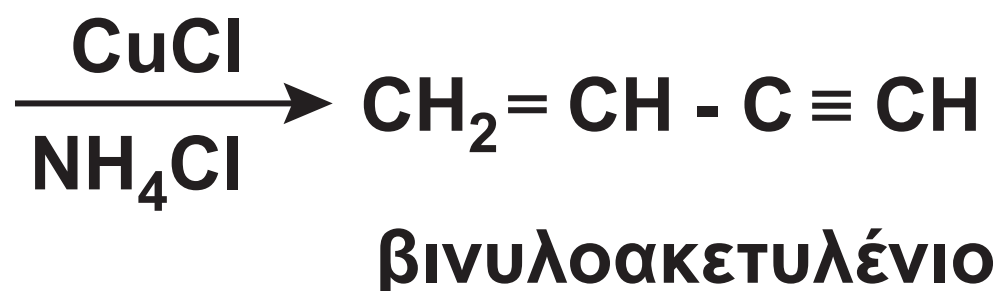
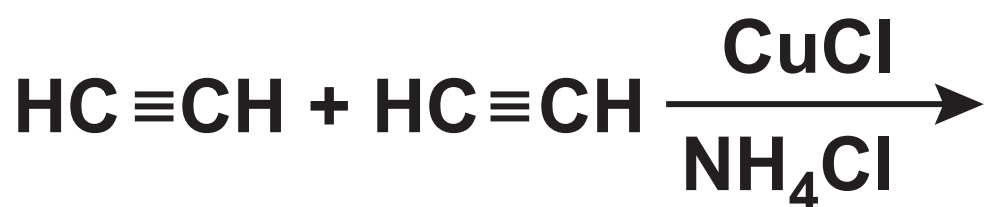
## γ. Σχηματισμός ανθρακικής αλυσίδας με διπλάσιο αριθμό ατόμων άνθρακα από την αρχική ένωση

Αν η ένωση που θέλουμε να συνθέσουμε έχει διπλάσιο αριθμό ατόμων άνθρακα στο μόριό της από την ένωση που διαθέτουμε, τότε μπορούμε να αξιοποιήσουμε μια από τις παρακάτω αντιδράσεις.

i) Μέθοδος Wurtz:



ii) Διμερισμός ακετυλενίου:



Η τελευταία αντίδραση δε μας επιτρέπει γενικά το διπλασιασμό των ατόμων του άνθρακα, αλλά μας επιτρέπει από ένωση με δύο άτομα άνθρακα να συνθέσουμε ένωση με τέσσερα άτομα άνθρακα.

iii) Αντίδραση καρβονυλικών ενώσεων με αντιδραστήρια Grignard.

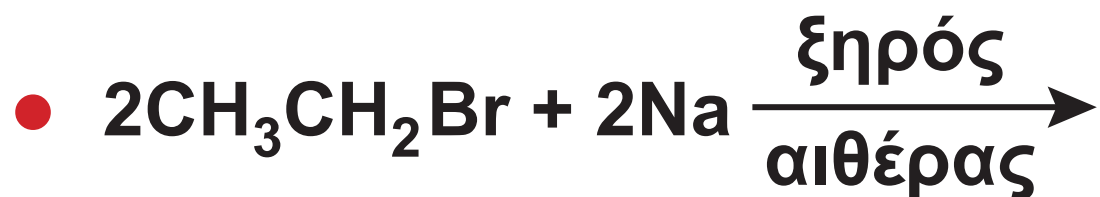
## Παράδειγμα 7.15

Με πρώτη ύλη αιθυλένιο και ανόργανες ενώσεις να παρασκευάσετε βουτάνιο.

### ΑΠΑΝΤΗΣΗ



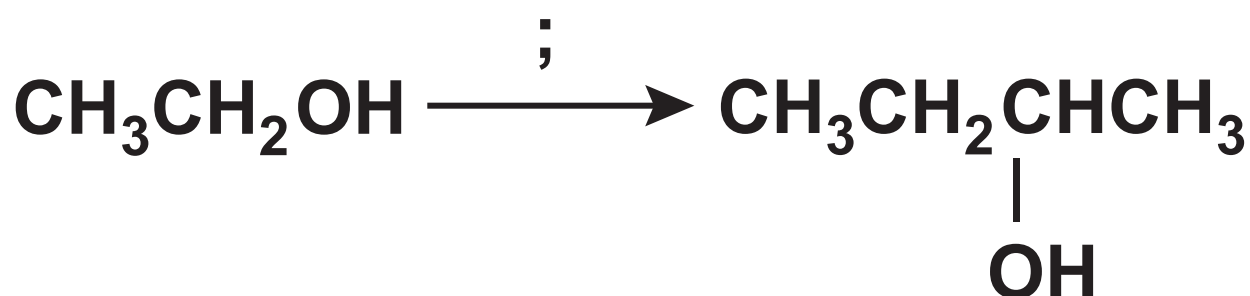
Το βουτάνιο έχει διπλάσιο αριθμό ατόμων άνθρακα από την πρώτη ύλη. Η πρώτη μας σκέψη είναι η μέθοδος Wurtz.



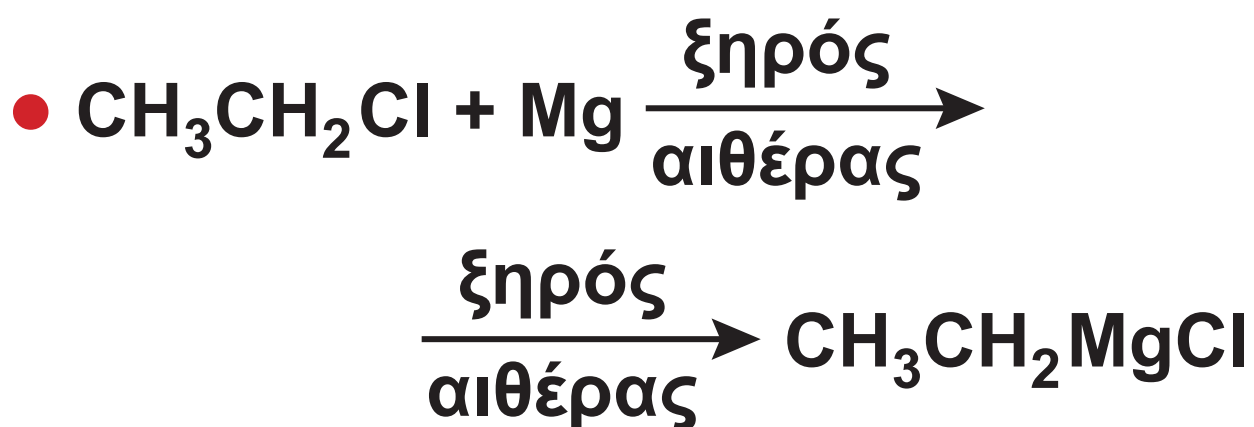
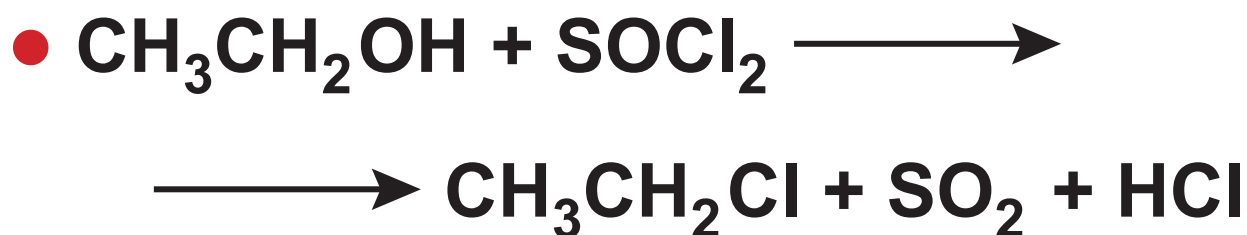
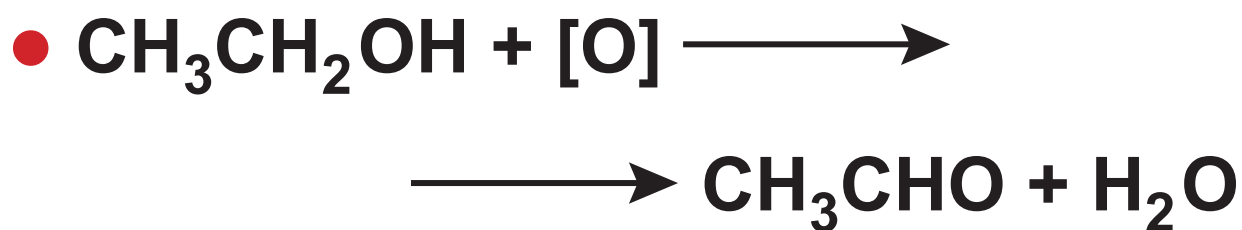
## Παράδειγμα 7.16

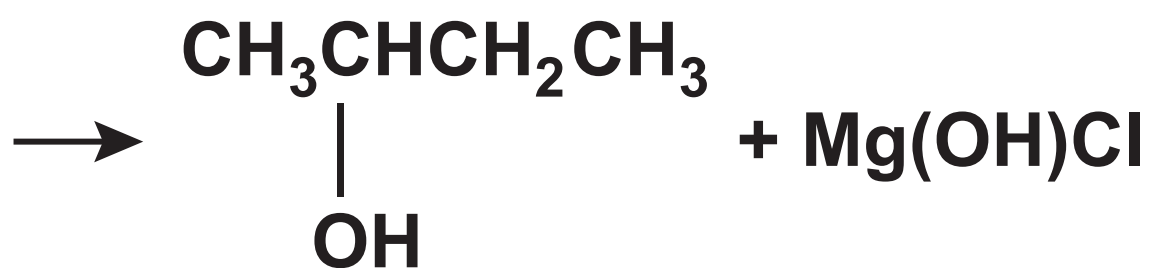
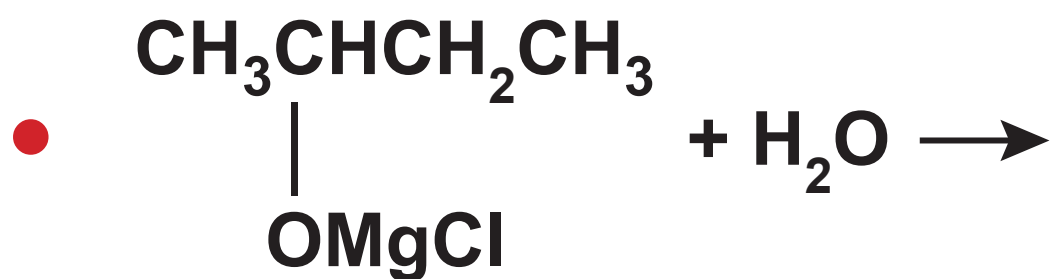
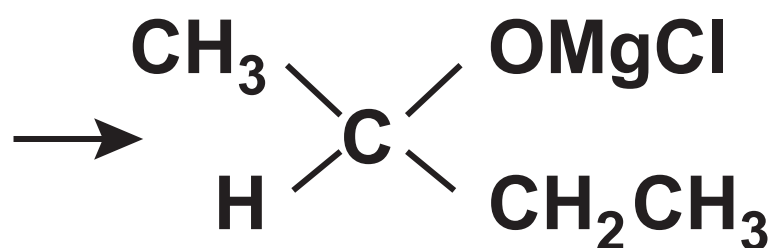
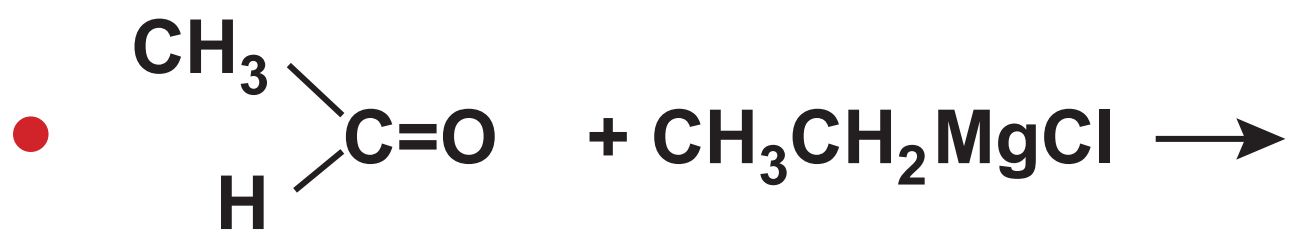
Με πρώτη ύλη  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$  και ανόργανες ενώσεις να παρασκευάσετε τη 2-βουτανόλη.

### ΑΠΑΝΤΗΣΗ



Η 2-βουτανόλη μπορεί να συντεθεί από  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{MgCl}$  και  $\text{CH}_3\text{CHO}$ , τα οποία παρασκευάζονται εύκολα από την αιθανόλη.





## Εφαρμογές

1. Με πρώτη ύλη προπένιο και ανόργανες ενώσεις να παρασκευάσετε 2,3-διμεθυλοβουτάνιο.
2. Με πρώτη ύλη προπένιο και ανόργανες ενώσεις να παρασκευάσετε 2,3-διμεθυλο-2-βουτανόλη.

### δ. Αύξηση της ανθρακικής αλυσίδας

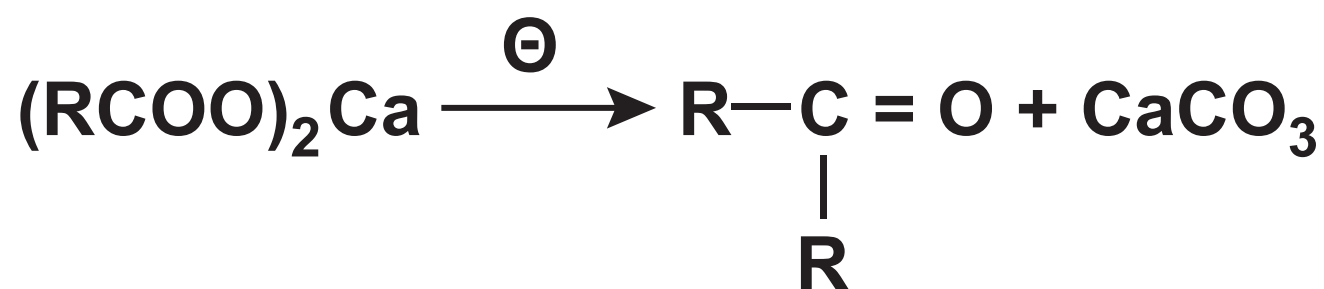
Αν η ανοικοδόμηση αυτή δεν υπάγεται σε μια από τις προηγούμενες κατηγορίες, τότε μπορεί αυτή να επιτευχθεί με μια από τις παρακάτω αντιδράσεις:

i) Αλκυλίωση ακετυλενίου  
Μπορούμε να δημιουργήσουμε

όποια ανθρακική αλυσίδα μας ζητάνε, επιλέγοντας τα αλκυλαλογονίδια που θα αντιδράσουν.



ii) Πύρωση αλάτων ασβεστίου κορεσμένων μονοκαρβοξυλικών οξέων



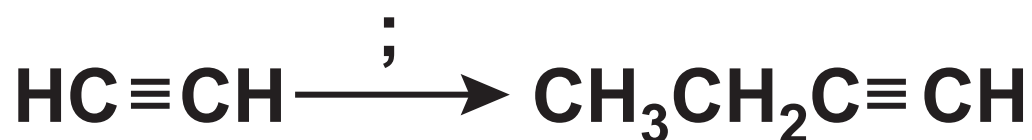
iii) Αντίδραση καρβονυλικών ενώσεων με αντιδραστήρια Grignard



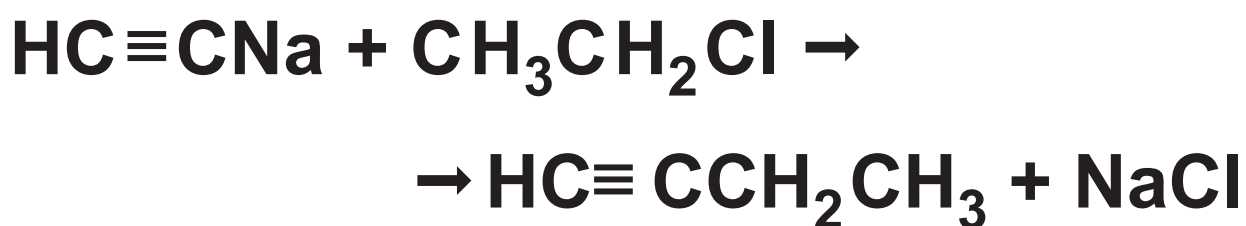
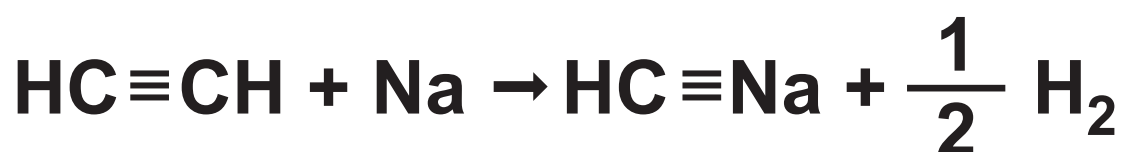
## Παράδειγμα 7.17

Με πρώτη ύλη ακετυλένιο και ανόργανες ουσίες να παρασκευάσετε 1-βουτίνιο.

### ΑΠΑΝΤΗΣΗ



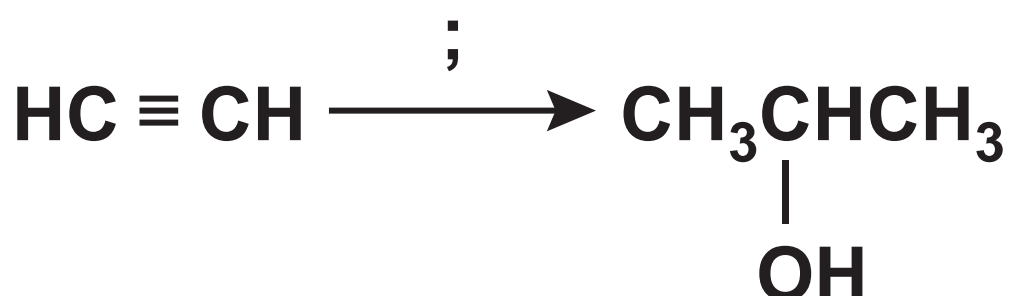
Σκεφτόμαστε μέσω νατριοακετυλιδίου να υποκαταστήσουμε υδρογόνο του ακετυλενίου με αιθύλιο. Το απαιτούμενο αιθυλοχλωρίδιο το παρασκευάζουμε από ακετυλένιο



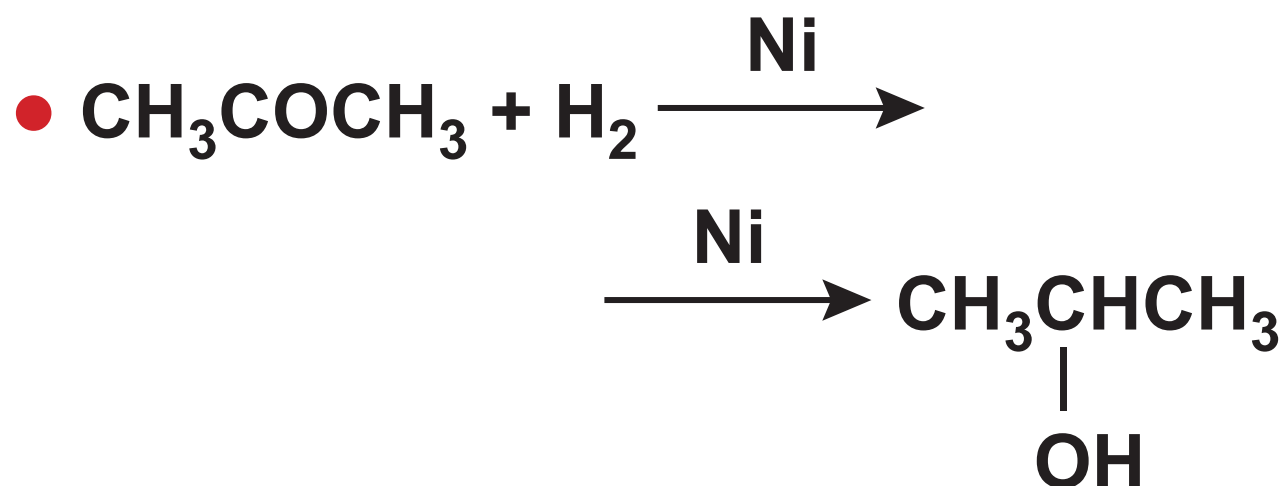
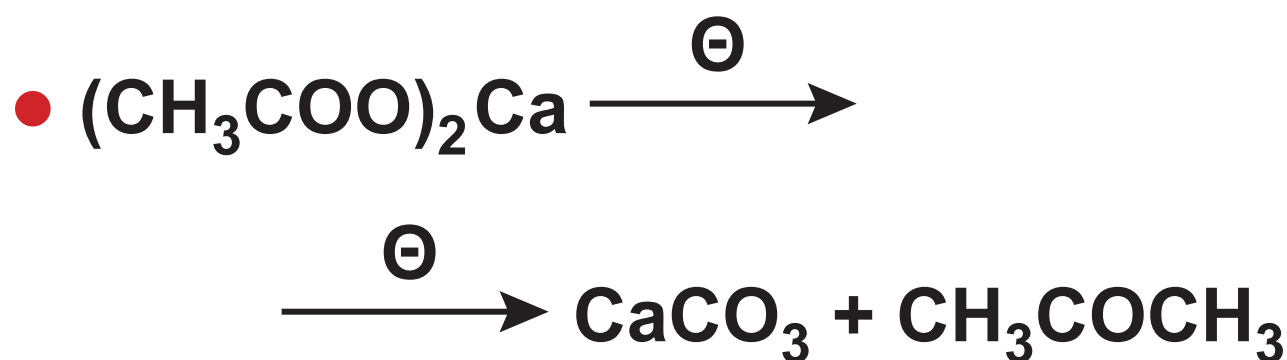
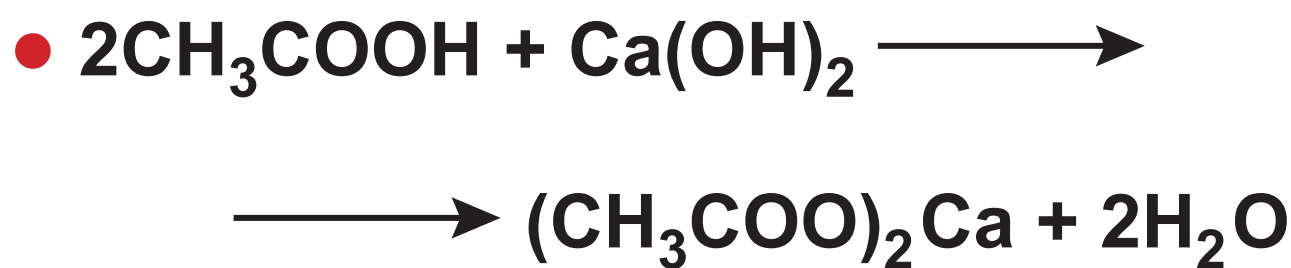
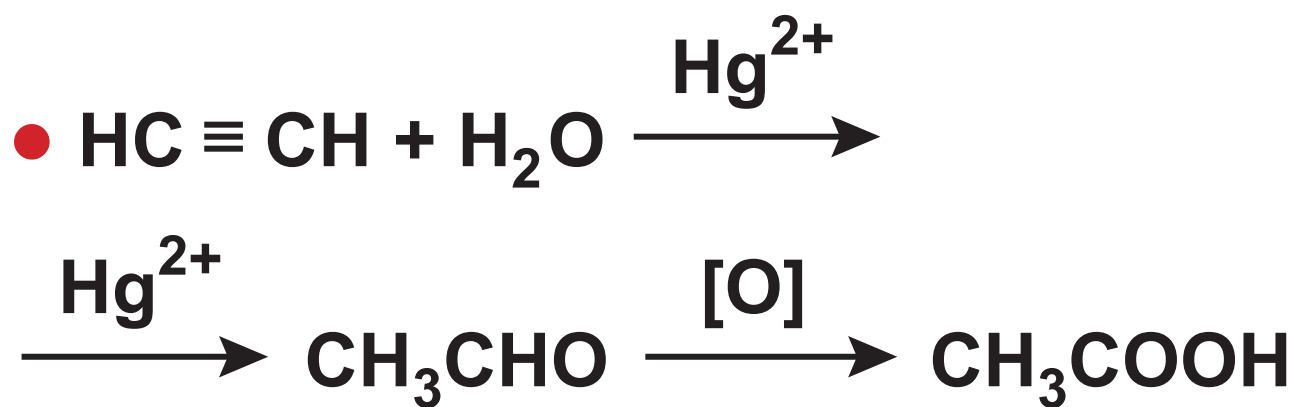
## Παράδειγμα 7.18

Με πρώτη ύλη ακετυλένιο και ανόργανες ουσίες να παρασκευάσετε 2-προπανόλη.

### ΑΠΑΝΤΗΣΗ



Μια συμμετρική δευτεροταγής αλκοόλη μπορεί να παρασκευαστεί με αναγωγή μιας απλής κετόνης. Η απλή κετόνη παρασκευάζεται εύκολα από πύρωση άλατος ασβεστίου καρβοξυλικού οξέος.



## **Εφαρμογές**

- 1. Με πρώτη ύλη ακετυλένιο και ανόργανες ενώσεις να παρασκευάσετε 3-εξίνιο.**
- 2. Με πρώτη ύλη προπανικό οξύ και ανόργανες ενώσεις να παρασκευάσετε 3-πεντανόλη.**

# Διακρίσεις - Ταυτοποιήσεις

## Διακρίσεις

Όταν λέμε διάκριση μιας ένωσης, εννοούμε ότι δίνεται μία ένωση που είναι είτε η Α είτε η Β και ζητάμε να βρούμε μια δοκιμασία (αντίδραση) που μας επιτρέπει να διακρίνουμε ποια από τις δύο είναι η ένωση που διερευνάμε.

Η αντίδραση αυτή πρέπει να πραγματοποιείται σχετικά εύκολα, αλλά και να έχει κάποιο παρατηρήσιμο αποτέλεσμα: έκλυση αερίου, αλλαγή χρώματος ενός διαλύματος, παραγωγή ιζήματος κ.ά. Παρόμοια, αλλά πιο πολύπλοκη, είναι η περίπτωση διάκρισης μιας ένωσης μεταξύ τριών ή περισσότερων ενώσεων.

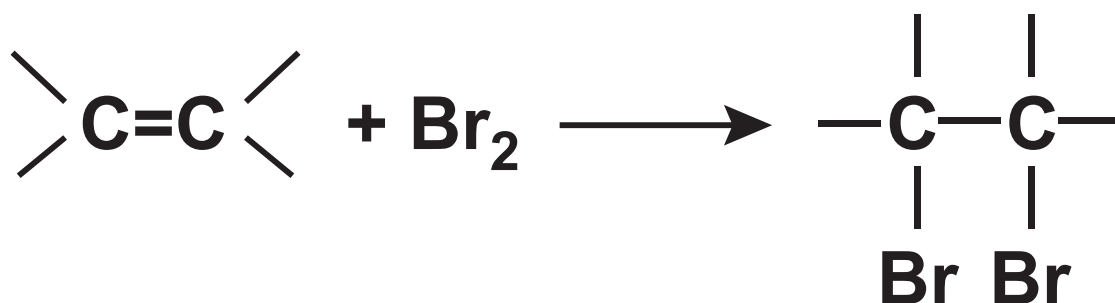
# Ταυτοποιήσεις

Ταυτοποίηση είναι η διαδικασία για τον καθορισμό μιας ένωσης, όταν δίνεται ο μοριακός τύπος και ορισμένες χαρακτηριστικές ιδιότητες της ένωσης.

Στη συνέχεια δίνονται βασικές αντιδράσεις για κάθε κατηγορία οργανικών ενώσεων (υδρογονάνθρακες, αλκοόλες - αιθέρες, αλδεΐδες - κετόνες, οξέα - εστέρες, οξέα - φαινόλες), που αποτελούν τη βάση για την ταυτοποίηση - διάκρισή τους.

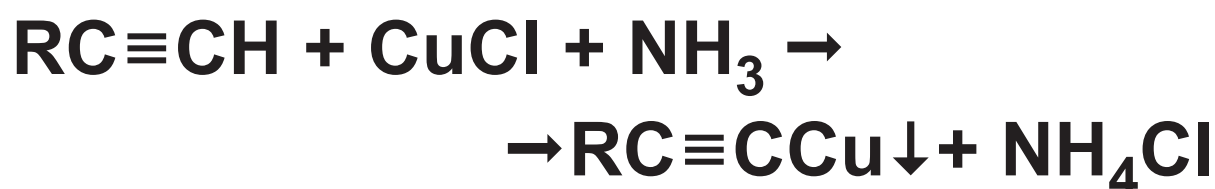
## Υδρογονάνθρακες

I. Το διάλυμα του  $\text{Br}_2$  σε  $\text{CCl}_4$  έχει καστανοκόκκινο χρώμα και αποχρωματίζεται αν επιδράσει σ' αυτό περίσσεια ακόρεστης ένωσης, λόγω της αντίδρασης:



Κατ' αυτό τον τρόπο διακρίνουμε τους κορεσμένους από τους ακόρεστους υδρογονάνθρακες ή γενικότερα τις κορεσμένες από τις ακόρεστες ενώσεις.

II. Οι υδρογονάνθρακες της μορφής  $\text{RC}\equiv\text{CH}$  αντιδρούν με αμμωνιακό διάλυμα  $\text{CuCl}$  και δίνουν ίζημα του τύπου  $\text{RC}\equiv\text{CCu}$ .



Κατ' αυτό τον τρόπο διακρίνουμε τα αλκίνια της μορφής  $\text{R}-\text{C}\equiv\text{CH}$



από τους υπόλοιπους υδρογονάνθρακες. Η ίδια διάκριση μπορεί να γίνει, λόγω έκλυσης αερίου  $H_2$  που παρατηρείται κατά την επίδραση  $Na$  ή  $K$  σε υδρογονάνθρακες της μορφής  $RC\equiv CH$ .

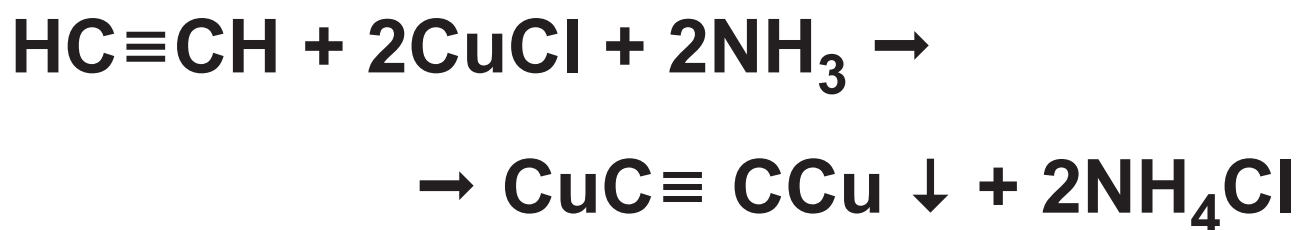
### Παράδειγμα 7.19

Δίνεται αέριο δείγμα με την ένδειξη ότι είναι ή αιθάνιο ή αιθυλένιο ή ακετυλένιο. Πώς θα διαπιστώσετε ποιο από τα τρία είναι το αέριο που δόθηκε;

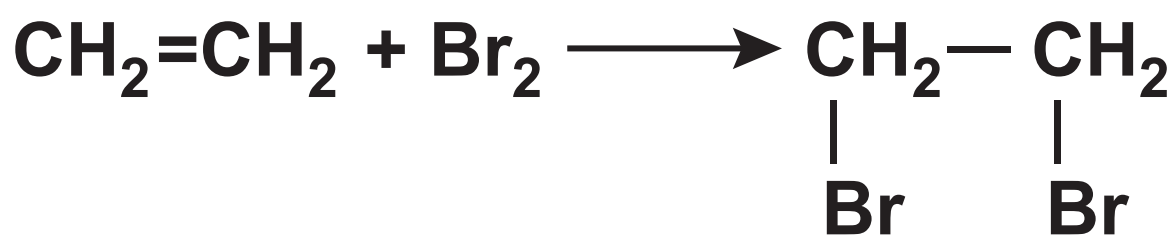
### ΑΠΑΝΤΗΣΗ

Διοχετεύουμε μία μικρή ποσότητα του αερίου σε αμμωνιακό διάλυμα  $CuCl$ , αν σχηματιστεί κεραμέρυθρο ίζημα, τότε το αέριο είναι το ακετυλένιο:

**45 / 310 - 311**



(το αιθάνιο και το αιθυλένιο δεν αντιδρούν με το πιο πάνω διάλυμα, αφού δε διαθέτουν ψευδόξινα υδρογόνα). Αν δε σχηματιστεί ίζημα, διαχωτεύουμε μια άλλη μικρή ποσότητα του αερίου σε αραιό ψυχρό διάλυμα  $\text{Br}_2$  σε  $\text{CCl}_4$ . Αν παρατηρήσουμε αποχρωματισμό του διαλύματος, τότε το αέριο είναι το  $\text{CH}_2 = \text{CH}_2$ , αν όχι είναι το αιθάνιο.



## Εφαρμογές

1. Άκυκλος υδρογονάνθρακας έχει μοριακό τύπο  $C_4H_6$ . Ποιος είναι ο υδρογονάνθρακας αυτός, αν είναι γνωστό ότι αντιδρά με νάτριο, ελευθερώνοντας υδρογόνο;
2. Δίνεται δείγμα αέριου υδρογονάνθρακα με την ένδειξη ότι είναι ή προπάνιο ή προπένιο ή προπί-νιο. Πώς θα διαπιστώσετε ποιο είναι το αέριο δείγμα;

## Αλκοόλες - Αιθέρες

1. Μπορούμε να διακρίνουμε μια αλκοόλη από έναν αιθέρα, αν επιδράσουμε στην άγνωστη ένωση μεταλλικό νάτριο (Na). Αν η ένωση αντιδρά με το νάτριο και παράγεται αέριο υδρογόνο  $H_2$ , τότε είναι αλκοόλη.

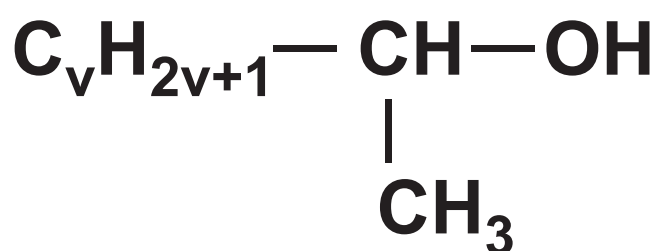


Αν δεν αντιδρά με το νάτριο, τότε η ένωση είναι αιθέρας.

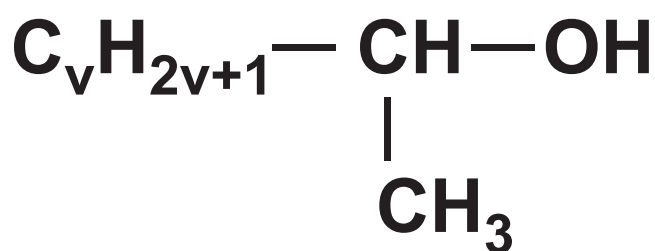
2. Μπορούμε να διακρίνουμε μια τριτοταγή αλκοόλη από ένα σύνολο αλκοολών, στηριζόμενοι στην ιδιότητα της τριτοταγούς αλκοόλης να μην οξειδώνεται (παρά μόνο σε έντονες οξειδωτικές συνθήκες και με διάσπαση της ανθρακικής αλυσίδας της). Αντίθετα, οι δευτεροταγείς και οι πρωτοταγείς αλκοόλες οξειδώνονται εύκολα. Η οξείδωση γίνεται συνήθως με όξινο διάλυμα  $\text{KMnO}_4$ . Έτσι, μια πρωτοταγής ή δευτεροταγής αλκοόλη προκαλεί τον αποχρωματισμό του ρόδινου χρώματος του διαλύματος  $\text{KMnO}_4$ , ενώ μια

τριτοταγής δεν προκαλεί τέτοια μεταβολή.

3. Μπορούμε να διακρίνουμε τις αλκοόλες που έχουν τη μορφή:



από ένα σύνολο αλκοολών, καθώς οι αλκοόλες αυτής της μορφής δίνουν την αλογονοφορμική αντίδραση. Δηλαδή, αν η επίδραση διαλύματος  $\text{I}_2 + \text{NaOH}$  στην άγνωστη αλκοόλη προκαλεί σχηματισμό κίτρινου ιζήματος (που είναι το ιωδοφόρμιο), τότε η αλκοόλη είναι της μορφής:



Να σημειωθεί ότι την αλογονοφορμική αντίδραση δίνει μόνο μια πρωτοταγής αλκοόλη, η  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ , και καμιά τριτοταγής.

### **Παράδειγμα 7.20**

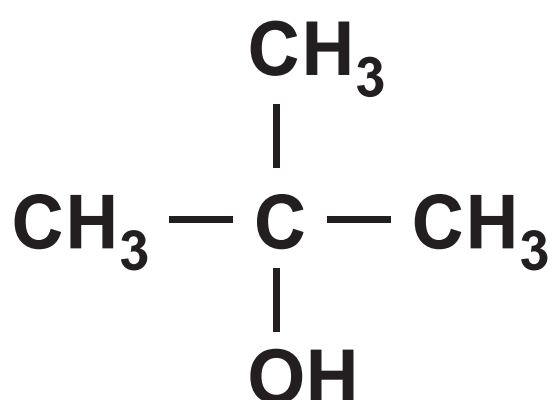
Οργανική ένωση που έχει μοριακό τύπο  $\text{C}_4\text{H}_{10}\text{O}$  διαπιστώθηκε ότι αντιδρά με  $\text{Na}$  και δεν οξειδώνεται χωρίς διάσπαση της ανθρακικής αλυσίδας της. Ποιος είναι ο συντακτικός τύπος της ένωσης και πώς ονομάζεται;

### **ΑΠΑΝΤΗΣΗ**

Ενώσεις με μοριακό τύπο  $\text{C}_4\text{H}_{10}\text{O}$  ως γνωστόν είναι οι αλκοόλες  $\text{C}_4\text{H}_9\text{OH}$  (4 ισομερή) και οι αιθέρες (3 ισομερή). Αφού αντιδρά με  $\text{Na}$  θα είναι κάποια από τις 4 αλκοόλες



Αφού δεν οξειδώνεται η αλκοόλη θα είναι τριτοταγής, δηλαδή είναι η μεθυλο-2-προπανόλη (ή τριτοταγής βουτυλική αλκοόλη):



## Παράδειγμα 7.21

Τέσσερα δοχεία περιέχουν το καθένα τους μια από τις ενώσεις:

1-προπανόλη, 2-προπανόλη, αιθυλομεθυλαιθέρας, 2-προπεν-1-όλη.

Δε γνωρίζουμε ποια ένωση περιέχεται στο κάθε δοχείο. Για να το βρούμε αριθμούμε τα δοχεία (1, 2, 3 και

4) και εκτελούμε μερικά απλά πειράματα από τα οποία διαπιστώνουμε ότι:

α. Μόνο το περιεχόμενο των δοχείων 1, 3 και 4 αντιδρά με νάτριο.

β. Μόνο το περιεχόμενο του δοχείου 3 αποχρωματίζει διάλυμα βρωμίου.

γ. Μόνο το περιεχόμενο του δοχείου 4 δίνει κίτρινο ίζημα, αν υποστεί την επίδραση ιωδίου παρουσία  $\text{NaOH}$ .

Με βάση τα παραπάνω, να προσδιοριστεί ποια χημική ένωση περιέχεται σε κάθε δοχείο.

## ΑΠΑΝΤΗΣΗ

Από το δεδομένο (α) παρατηρούμε ότι το περιεχόμενο του δοχείου 2 δεν αντιδρά με το νάτριο. Από τις τέσσερις ενώσεις που έχουμε μόνο



μία δεν αντιδρά με το νάτριο, ο αιθέρας. Άρα στο δοχείο 2 περιέχεται ο αιθυλομεθυλαιθέρας ( $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OCH}_3$ ). Από το δεδομένο (β) προκύπτει ότι στο δοχείο 3 βρίσκεται μία ακόρεστη ένωση. Από τις ενώσεις που έχουμε μόνο μία είναι ακόρεστη. Άρα στο δοχείο 3 βρίσκεται η 2-προπεν-1-όλη ( $\text{CH}_2 = \text{CHCH}_2\text{OH}$ ). Από το δεδομένο (γ) συμπεραίνουμε ότι στο δοχείο 4 περιέχεται μία ένωση που δίνει την αλογονοφορμική αντίδραση. Από τις τέσσερις ενώσεις μόνο μία δίνει την αλοφορμική αντίδραση, η 2-προπανόλη. Άρα στο δοχείο 4 περιέχεται η 2-προπανόλη και στο δοχείο 1 περιέχεται η 1-προπανόλη.

## Εφαρμογές

1. Πώς θα διαπιστώσουμε αν υγρό είναι η μεθυλο-1-προπανόλη ή η μεθυλο-2-προπανόλη;
2. Οργανική ένωση A έχει μοριακό τύπο  $C_3H_8O$ . Ποιοι είναι οι δυνατοί συντακτικοί τύποι της A, αν είναι γνωστό ότι η A αντιδρά με νάτριο ελευθερώνοντας υδρογόνο; Ποια είναι η ένωση A αν δίνεται ότι κατά την επίδραση ιωδίου σ' αυτή παρουσία  $NaOH$  παράγεται κίτρινο ίζημα;
3. Σε τρία δοχεία περιέχονται οι ενώσεις: μεθανόλη, αιθανόλη και διμεθυλαιθέρας. Δεν ξέρουμε όμως ποια ένωση περιέχεται σε κάθε δοχείο. Αν στηριχτούμε στις διαφορετικές χημικές ιδιότητες των παραπάνω ενώσεων, πώς

**μπορούμε να βρούμε ποια ένωση περιέχεται σε κάθε δοχείο;**

## **Αλδεΐδες - Κετόνες**

**Η διάκριση μεταξύ αλδεϋδών και κετονών στηρίζεται στην ιδιότητα των αλδεϋδών να οξειδώνονται ακόμα και με ήπια οξειδωτικά, ενώ οι κετόνες δεν οξειδώνονται.**

**1. Για να εξακριβώσουμε αν μία ένωση είναι αλδεΐδη ή κετόνη, ελέγχουμε αν αντιδρά με φελίγγιο υγρό. Αν αντιδρά είναι αλδεΐδη, αν δεν αντιδρά είναι κετόνη. Η ίδια διάκριση μπορεί να πραγματοποιηθεί με αντιδραστήριο Tollen's (αμμωνιακό διάλυμα νιτρικού αργύρου).**

Αντίδραση με φελίγγειο υγρό



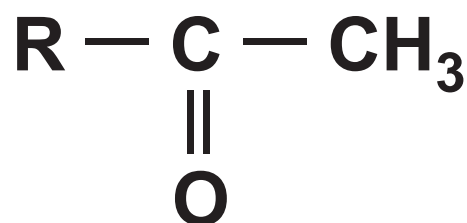
Το αποτέλεσμα της αντίδρασης αυτής είναι ο σχηματισμός κεραμέ-  
ρυθρου ιζήματος  $\text{Cu}_2\text{O}$ .

Αντίδραση με αμμωνιακό διάλυμα  
 $\text{AgNO}_3$



Το αποτέλεσμα της αντίδρασης αυ-  
τής είναι η αποβολή  $\text{Ag}$  στον πυθ-  
μένα του δοχείου (συχνά υπό μορ-  
φή κατόπτρου).

2. Μπορούμε να διακρίνουμε μία  
κετόνη της μορφής:



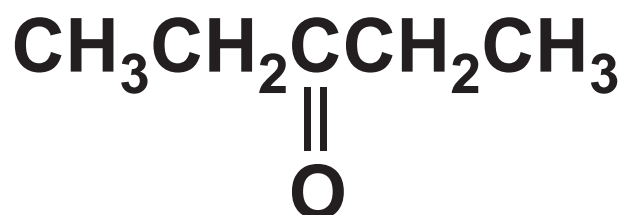
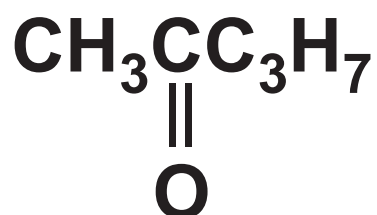
από ένα σύνολο κετονών, αν στηριχτούμε στην αλογονοφορμική αντίδραση. Δηλαδή, επιδρούμε με διάλυμα  $I_2 + NaOH$  στην άγνωστη κετόνη, οπότε αν σχηματιστεί κίτρινο ίζημα ( $CHI_3$ ), τότε η κετόνη έχει την παραπάνω μορφή. Να σημειωθεί ότι την αλογονοφορμική αντίδραση δίνει μόνο μια αλδεΐδη, η ακεταλδεΐδη.

## Παράδειγμα 7.22

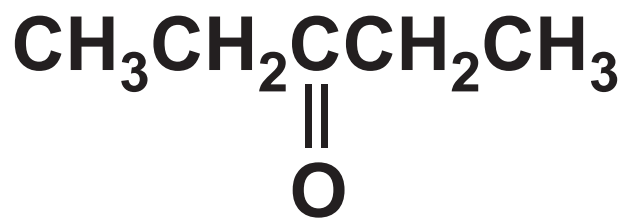
Καρβονυλική ένωση Α έχει μοριακό τύπο  $C_5H_{10}O$ . Η Α δεν ανάγει το φελίγγειο υγρό και δε δίνει την αλογονοφορμική αντίδραση. Να βρεθεί ο συντακτικός τύπος και το όνομα της Α.

## ΑΠΑΝΤΗΣΗ

Η Α είναι κετόνη, αφού δεν ανάγει το φελίγγειο υγρό. Αναλόγως με τα άτομα του άνθρακα που βρίσκονται «δεξιά» κι «αριστερά» από το καρβονύλιο, η Α θα έχει μία από τις παρακάτω μορφές:



Όμως, η πρώτη μορφή απορρίπτεται. Αν η Α είχε αυτή τη μορφή, θα έδινε την αλογονοφορμική αντίδραση. Επομένως, η Α έχει τη δεύτερη μορφή, είναι δηλαδή η 3-πεντανόνη.



## Εφαρμογές

1. Καρβονυλική ένωση (A) έχει μοριακό τύπο  $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}$ . Αν η (A) προστεθεί σε αμμωνιακό διάλυμα  $\text{AgNO}_3$  δίνει  $\text{Ag}$ . Ποιος είναι ο συστακτικός τύπος της (A);
2. Οργανική ένωση (A) με μοριακό τύπο  $\text{C}_5\text{H}_{12}\text{O}$  διαπιστώνεται ότι:  
(α) αντιδρά με νάτριο ελευθερώνοντας υδρογόνο και (β) οξειδώνεται προς καρβονυλική ένωση B, η οποία δεν ανάγει το φελίγγειο υγρό και δε δίνει την αλογονοφορμική αντίδραση. Ποια είναι η ένωση A;

## Οξέα - Εστέρες

Τα κορεσμένα μονοκαρβοξυλικά οξέα και οι εστέρες αυτών των οξέων με κορεσμένες μονοσθενείς αλκοόλες είναι ενώσεις ισομερείς. Ο κοινός γενικός μοριακός τύπος τους είναι ο  $C_vH_{2v}O_2$ . Οι εστέρες διακρίνονται από τα οξέα, αφού μόνο τα οξέα εμφανίζουν «όξινο χαρακτήρα»: αλλάζουν το χρώμα των δεικτών, αντιδρούν με μέταλλα εκλύοντας υδρογόνο, διασπούν τα ανθρακικά άλατα εκλύοντας διοξείδιο του άνθρακα κ.λπ.

1. Μπορούμε να διακρίνουμε ένα οξύ από έναν εστέρα, αν χρησιμοποιήσουμε κάποιο δείκτη. Αν προσθέσουμε, για παράδειγμα, στην ένωση που έχουμε «βάμμα του ηλιοτροπίου», το οποίο είναι



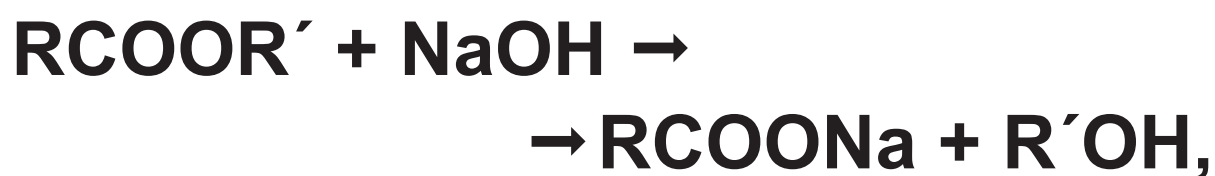
κυανό, και παρατηρήσουμε ότι ο δείκτης αλλάζει χρώμα και γίνεται κόκκινος, τότε συμπεραίνουμε ότι η ένωση είναι οξύ. Αν ο δείκτης δεν αλλάξει χρώμα, τότε η ένωση είναι εστέρας. Την ίδια διάκριση μπορούμε να πραγματοποιήσουμε προσθέτοντας στην ένωση διάλυμα ανθρακικού νατρίου. Αν γίνει αντίδραση και παραχθεί  $\text{CO}_2$ , τότε η «άγνωστη» ένωση είναι οξύ. Αν δεν αντιδράσει, τότε είναι εστέρας.

2. Το μυρμηκικό και το οξαλικό οξύ διακρίνονται από τα υπόλοιπα καρβοξυλικά οξέα, επειδή μόνον αυτά παρουσιάζουν αναγωγικές ιδιότητες, δηλαδή οξειδώνονται. Έτσι, τα παραπάνω οξέα μπορούν να προκαλέσουν μεταβολή

στο χρώμα όξινου διαλύματος υπερμαγγανικού ή διχρωμικού καλίου. Τα υπόλοιπα οξέα δεν μπορούν να προκαλέσουν τέτοια μεταβολή, αφού δεν οξειδώνονται.

3. Η ταυτοποίηση ενός εστέρα μπορεί να γίνει με υδρόλυση αυτού, οπότε ταυτοποιούνται τα προϊόντα της υδρόλυσης (οξύ και αλκοόλη) που θα παραχθούν.

Με την ίδια λογική μπορεί να γίνει σαπωνοποίηση του εστέρα με θερμό διάλυμα NaOH ή KOH:



οπότε η ταυτοποίηση των προϊόντων της αντίδρασης αποτελεί τη βάση για την ταυτοποίηση του εστέρα.

## Παράδειγμα 7.23

Κορεσμένη οργανική ένωση Α έχει μοριακό τύπο  $C_4H_8O_2$ . Όταν η Α υδρολύεται, παράγεται ένα οξύ Β και μια αλκοόλη Γ. Αν στο Β προστεθεί μια σταγόνα όξινου διαλύματος υπερμαγγανικού καλίου, η σταγόνα αυτή θα αποχρωματιστεί. Αν στη Γ επιδράσει ιώδιο παρουσία καυστικού νατρίου, θα σχηματιστεί ένα κίτρινο στερεό. Να προσδιοριστεί ο συντακτικός τύπος της ένωσης Α.

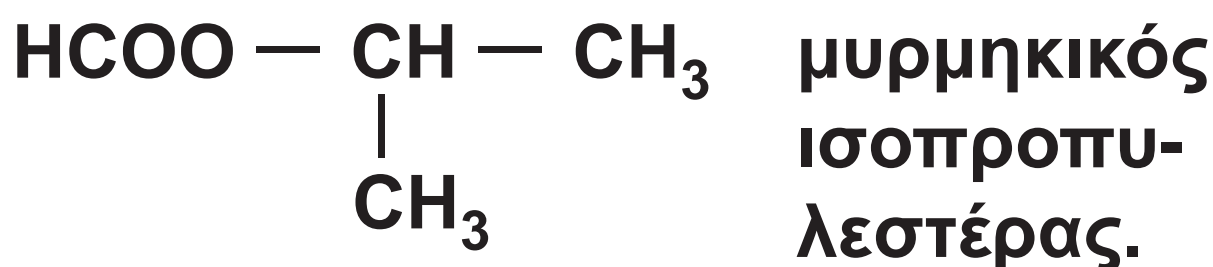
### ΑΠΑΝΤΗΣΗ

Από τον μοριακό τύπο της Α συμπεραίνουμε ότι αυτή πιθανόν είναι ένα κορεσμένο μονοκαρβοξυλικό οξύ ή ένας εστέρας τέτοιου οξέος με κορεσμένη μονοσθενή αλκοόλη. Αφού η Α υδρολύεται προς οξύ και αλκοόλη, δεν είναι οξύ, άρα είναι

**εστέρας.**

**Το οξύ που παράγεται από την υδρόλυση της Α έχει αναγωγικές ιδιότητες, αφού ανάγει το υπερμαγγανικό κάλιο κι έτσι αποχρωματίζει το διάλυμά του. Όμως, μόνο ένα μονοκαρβοξυλικό οξύ έχει αναγωγικές ιδιότητες, το μυρμηκικό ( $\text{HCOOH}$ ). Αφού το οξύ που παράχθηκε από τον εστέρα έχει ένα άτομο άνθρακα, η αλκοόλη Γ θα έχει τρία άτομα άνθρακα. Θα είναι λοιπόν η 1-προπανόλη ή η 2-προπανόλη. Όμως, η Γ δίνει την αλογονοφορμική αντίδραση, αφού παράγει κίτρινο στερεό (ιωδοφόρμιο), όταν αντιδρά με ιώδιο σε αλκαλικό περιβάλλον. Από τις παραπάνω αλκοόλες μόνο η 2-προπανόλη δίνει την αντίδραση αυτή.**

Επομένως, η Α έδωσε με υδρόλυση το μυρμηκικό οξύ και την 2-προπανόλη. Μπορούμε τώρα εύκολα να γράψουμε το συντακτικό τύπο της Α και να την ονομάσουμε:



## Εφαρμογές

1. Πώς θα διακρίνουμε αν μία οργανική ένωση είναι: α) το οξικό ή το μυρμηκικό οξύ; β) το προπανικό ή το προπενικό οξύ; γ) ο οξικός αιθυλεστέρας ή ο μεθανικός προπυλεστέρας;

**2. Κορεσμένη οργανική ένωση Α έχει μοριακό τύπο C<sub>4</sub>H<sub>8</sub>O<sub>2</sub>. Η Α με υδρόλυση δίνει ένα οξύ Β και μία αλκοόλη Γ. Όταν η Γ οξειδώνεται, παράγεται πάλι το οξύ Β. Ποια είναι η ένωση Α;**

## **Διάκριση αλκοολών ROH, φαινο- λών ArOH και οξέων RCOOH**

### **Γενικά**

**Έχουμε αναφέρει ότι το υδρογόνο του υδροξυλίου των αλκοολών είναι «ευκίνητο» και αντικαθίσταται από νάτριο.**



**Δεν είναι όμως τόσο ευκίνητο ώστε να δημιουργεί όξινα υδατικά διαλύματα, γιατί η K<sub>a</sub> της αιθανόλης στο**

$\text{H}_2\text{O}$  είναι περίπου  $10^{-16}$ . Δηλαδή, υδατικό διάλυμα αιθανόλης έχει pH περίπου 7.

Η φαινόλη  $\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$  και γενικώς οι φαινόλες δημιουργούν όξινα διαλύματα και η  $K_a$  της φαινόλης  $\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$  είναι περίπου ίση με  $10^{-10}$ . Δηλαδή η  $K_a$  της  $\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$  είναι μικρότερη από την  $K_{a1}$  του ανθρακικού οξέος  $\text{H}_2\text{CO}_3$ , που είναι περίπου  $10^{-6}$ , και αυτή είναι μικρότερη από την  $K_a$  των κορεσμένων μονοκαρβονικών οξέων  $\text{RCOOH}$ , που είναι συνήθως περίπου  $10^{-5}$ .

## Παράδειγμα 7.24

Σε δύο δοχεία που είναι αριθμημένα 1 και 2 περιέχονται διάλυμα οξικού οξέος  $\text{CH}_3\text{COOH}$  και διάλυμα

φαινόλης  $C_6H_5OH$ . Δεν ξέρουμε τι περιέχεται στο κάθε δοχείο. Για να βρούμε τι περιέχει το κάθε δοχείο εκτελούμε την εξής δοκιμασία. Προσθέτουμε στα δύο δοχεία όξινο ανθρακικό νάτριο και διαπιστώνουμε ότι στο δοχείο 2 εκλύεται αέριο, ενώ στο δοχείο 1 δεν εκλύεται αέριο. Τι συμπεραίνουμε για το περιεχόμενο των δύο δοχείων;

## ΑΠΑΝΤΗΣΗ

Το διάλυμα του  $CH_3COOH$  αντιδρά με τα ανθρακικά άλατα και δίνει διοξείδιο του άνθρακα:



Η φαινόλη που είναι οξύ ασθενέστερο του ανθρακικού οξέος δεν



αντιδρά με τα ανθρακικά άλατα. Μετά από αυτά είναι φανερό ότι στο δοχείο 2 περιέχεται διάλυμα οξικού οξέος  $\text{CH}_3\text{COOH}$  και στο δοχείο 1 περιέχεται διάλυμα φαινόλης  $\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$ .

### **Παράδειγμα 7.25**

Σε δοχείο περιέχεται διάλυμα φαινόλης ή διάλυμα 1-βουτανόλης. Πώς θα διαπιστώσετε τι περιέχει το δοχείο;

### **ΑΠΑΝΤΗΣΗ**

Προσθέτουμε στο διάλυμα ποσότητα διαλύματος  $\text{NaOH}$ . Αν γίνει αντίδραση (αυτό μπορεί να διαπιστωθεί με κατάλληλο δείκτη), τότε το δοχείο περιέχει διάλυμα φαινόλης. Αν δε γίνει αντίδραση το διάλυμα περιέχει 1-βουτανόλη.

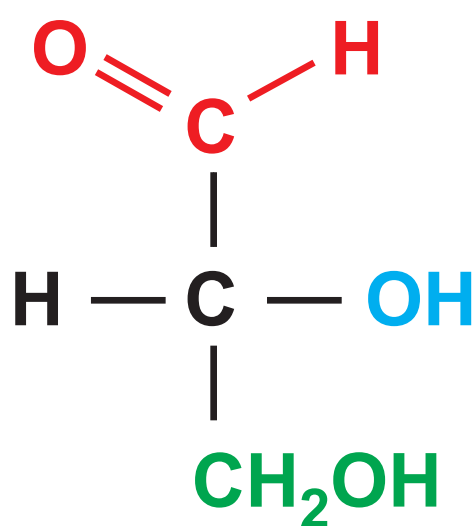
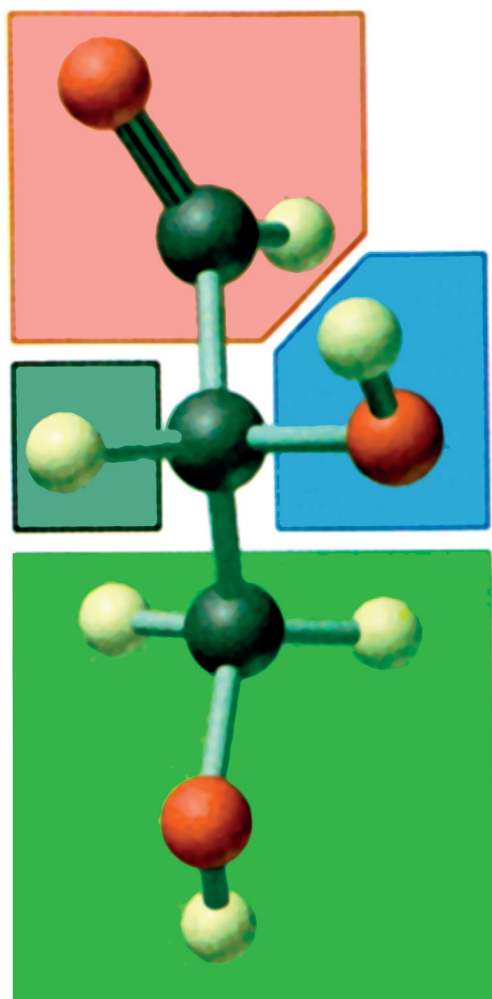


## Εφαρμογή

Σε δοχείο περιέχεται διάλυμα ουσίας A που είναι ή διάλυμα 1-προπανόλης ή διάλυμα φαινόλης  $\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$  ή διάλυμα προπανικού οξέος. Πώς θα διαπιστώσετε ποια ουσία περιέχεται στο διάλυμα;

Γνωρίζεις ότι...

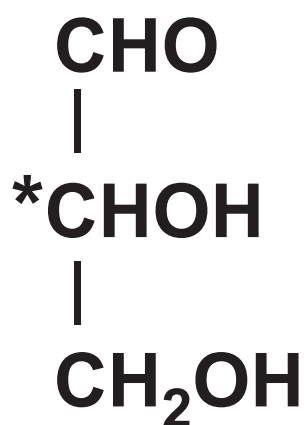
## Στεreoχημικοί τύποι προβολής



D- γλυκεριναλδεΐδη

Πολύ πριν τον καθορισμό της χωροδιάταξης μιας ένωσης με τις R και S διατάξεις, ο Emil

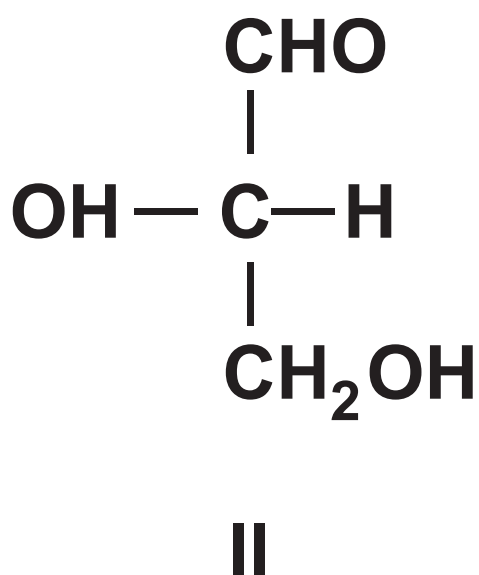
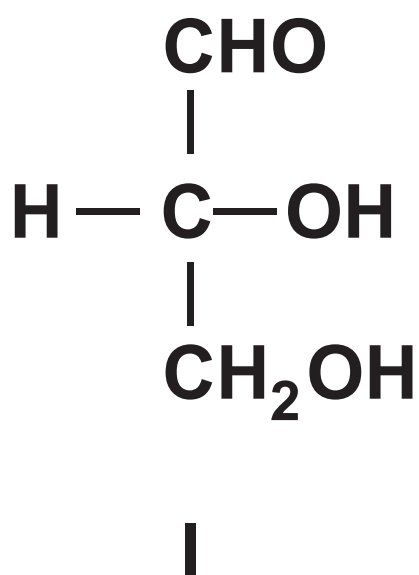
**Fischer (1852-1919) είχε κατατάξει τα σάκχαρα σε δυο στερεοχημικές οικογένειες. Τα σάκχαρα είναι οι πρώτες οργανικές ενώσεις στις οποίες συναντήσαμε την οπτική ισομέρεια. Ο Fischer επέλεξε τη γλυκεριναλδεΐδη:**



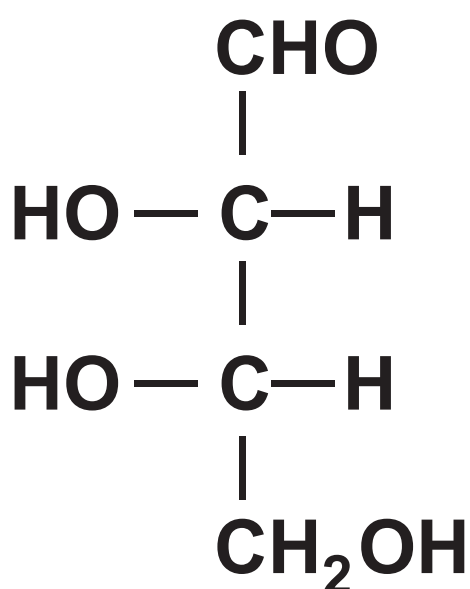
**(2-υδροξυπροπανάλη) ως ένωση αναφοράς, γιατί είναι ο απλούστερος υδατάνθρακας που έχει ασύμμετρο άτομο άνθρακα. Επίσης, η γλυκεριναλδεΐδη περιέχει δραστικές χαρακτηριστικές ομάδες και μπορεί**

να μετατραπεί και συνεπώς να συσχετιστεί με άλλα είδη οργανικών ενώσεων.

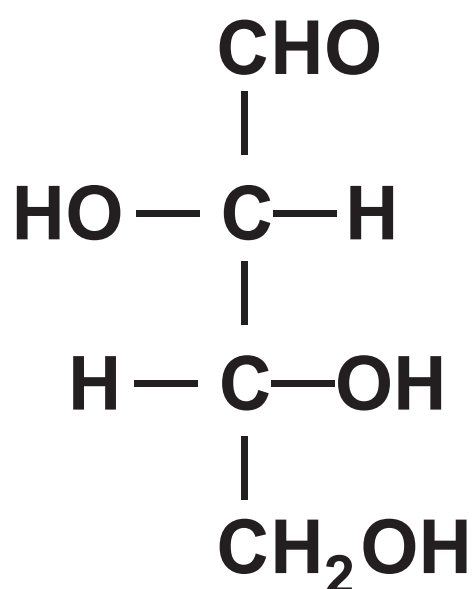
Ο Fischer προέβαλε τους στερεοχημικούς τύπους της γλυκεριναλδεΐδης στο επίπεδο με τέτοιο τρόπο, ώστε να δίνονται πληροφορίες για την ακριβή διάταξη στο χώρο. Οι προβολές αυτές για τη γλυκεριναλδεΐδη είναι:



Τη μορφή I ο Fischer την ονόμασε D από το λατινικό *Dextrum* = δεξιό, γιατί περιέχει το υδροξύλιο δεξιά από το ασύμμετρο άτομο άνθρακα, και τη μορφή II την ονόμασε L από το λατινικό *Laevus* = αριστερό, γιατί περιέχει το υδροξύλιο αριστερά από το ασύμμετρο άτομο άνθρακα. Το μόριο της γλυκεριναλδεΐδης αποτελεί όπως είπαμε το μόριο αναφοράς για το συμβολισμό των μορφών όλων των σακχάρων, όπως φαίνεται στα παραδείγματα που ακολουθούν.



L-ερυθρόζη

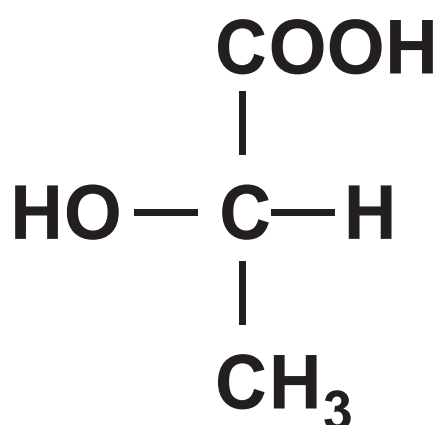


D-θρεόζη

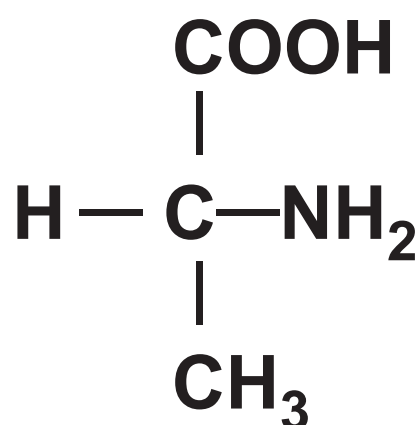
Το μόριο ενός σακχάρου χαρακτηρίζεται ως D ή L ανάλογα με το αν το υδροξύλιο που συνδέεται με το κάτω (στην προβολή κατά Fischer) ασύμμετρο άτομο άνθρακα βρίσκεται δεξιά ή αριστερά.

Εκτός από το συμβολισμό των σακχάρων, τα D και L χρησιμοποιούνται επίσης για το

συμβολισμό των α- υδροξυ-  
οξέων και των α-αμινοξέων.  
Στην περίπτωση όμως αυτή,  
το «κλειδί» για το χαρακτηρι-  
σμό ενός μορίου ως D ή L είναι  
η θέση του α-υδροξυλίου ή της  
α-αμινομάδας, όπως φαίνεται  
στα παραδείγματα.



L-γαλακτικό οξύ



D-αλανίνη

Πρέπει να τονιστεί ότι οι συμ-  
βολισμοί D και L, όπως και οι R  
και S, δεν έχουν καμία σχέση με



τη στροφική ικανότητα ενός μορίου. Δηλαδή, υπάρχουν μόρια D που είναι δεξιόστροφα, π.χ. D-(+) γλυκεριναλδεΐδη, όπως υπάρχουν και μόρια D που είναι αριστερόστροφα, π.χ. D-(-) γαλακτικό οξύ.

# Ανακεφαλαίωση

- 1.** Οι  $\sigma$  (σίγμα) δεσμοί προκύπτουν με επικαλύψεις  $s-s$ ,  $s-p$  και  $p-p$  ατομικών τροχιακών κατά τον άξονα που συνδέει τους πυρήνες των δύο συνδεόμενων ατόμων. Κατ' αυτή τη διεύθυνση εξασφαλίζεται η μεγαλύτερη δυνατή επικάλυψη.
- 2.** Οι  $\pi$  (πι) δεσμοί προκύπτουν με πλευρικές επικαλύψεις  $p-p$  ατομικών τροχιακών (των οποίων οι άξονες είναι παράλληλοι) και είναι ασθενέστεροι των  $\sigma$ .
- 3.** Υβριδισμός είναι ο γραμμικός συνδυασμός (πρόσθεση ή

αφαίρεση) ατομικών τροχιακών προς δημιουργία νέων ισότιμων ατομικών τροχιακών (υβριδικών τροχιακών).

- 4.** Με τον υβριδισμό μπορούμε να εξηγήσουμε τη γεωμετρία οργανικών μορίων, όπως του  $\text{CH}_4$ , του  $\text{CH}_2=\text{CH}_2$  και του  $\text{CH}\equiv\text{CH}$ . Επίσης, εξηγείται η φύση του διπλού δεσμού στα αλκένια και του τριπλού δεσμού στα αλκίνια.
- 5.** Επαγωγικό φαινόμενο ονομάζεται η μετατόπιση ηλεκτρονίων (πόλωση) ενός δεσμού, λόγω της παρουσίας γειτονικών ομάδων ή ατόμων.

- 6.** Όταν δύο η περισσότερες ενώσεις έχουν τον ίδιο συντακτικό τύπο και διαφορετικούς στερεοχημικούς τύπους ονομάζονται στερεοϊσομερείς.
- 7.** Χειρικά (ή χειρόμορφα) ονομάζονται τα μόρια τα οποία δεν ταυτίζονται με το κατοπτρικό τους είδωλο. Αυτό σημαίνει ότι μια ένωση της οποίας τα μόρια είναι χειρικά απαντά σε δύο μορφές, τα εναντιομερή. Το δε αντίστοιχο είδος της στερεοϊσομερείας ονομάζεται εναντιομέρεια. Στις οργανικές ενώσεις αυτό συμβαίνει συνήθως όταν υπάρχει ένα άτομο C που συνδέεται με τέσσερις διαφορετικούς υποκαταστάτες και το οποίο ονομάζεται ασύμμετρο άτομο άνθρακα.

**8.** Όταν σε ένα μόριο υπάρχει ένα ασύμμετρο άτομο άνθρακα υπάρχουν δύο εναντιομερείς μορφές που χαρακτηρίζονται ως R ή S.

Τα εναντιομερή στρέφουν το επίπεδο του πολωμένου φωτός κατά αντίθετες γωνίες. Το ένα στρέφει το επίπεδο πολωμένου φωτός προς τα δεξιά ως προς τον παρατηρητή και χαρακτηρίζεται με το πρόσημο (+) και το άλλο αριστερά και χαρακτηρίζεται με (-). Το ισομοριακό μίγμα των δύο εναντιομερών δεν έχει στροφική ικανότητα και ονομάζεται ρακεμικό μίγμα.

Αν στο μόριο μιας ένωσης υπάρχουν  $n$  ασύμμετρα άτομα  $C^*$ , ο συνολικός αριθμός των στερεοϊσομερών μορφών αυτής

της ένωσης είναι το πολύ  $2^V$ .  
Όσες στερεομερείς ενώσεις δεν είναι εναντιομερείς μεταξύ τους, χαρακτηρίζονται διαστερομερείς.

- 9.** Γεωμετρική ισομέρεια εμφανίζεται συνήθως σε ενώσεις που έχουν διπλό δεσμό μεταξύ ατόμων άνθρακα, με την προϋπόθεση ότι κάθε άτομο άνθρακα του διπλού δεσμού έχει δύο διαφορετικούς υποκαταστάτες. Τα γεωμετρικά ισομερή χαρακτηρίζονται (όπου είναι δυνατόν) ως cis - trans και γενικότερα ως Z και E.

- 10.** Η ταξινόμηση των οργανικών αντιδράσεων μπορεί να γίνει ή με βάση το μηχανισμό της αντίδρασης ή με βάση το είδος της αντίδρασης.
- 11.** Οι σημαντικότερες κατηγορίες αντιδράσεων της οργανικής χημείας είναι η προσθήκη, η απόσπαση, η υποκατάσταση, ο πολυμερισμός, η οξειδοαναγωγή και οι αντιδράσεις οξέων - βάσεων.
- 12.** Οι περισσότερες οργανικές αντιδράσεις είναι πολύπλοκες και συντελούνται με μια σειρά ενδιαμέσων σταδίων, η σειρά των οποίων αποτελεί το μηχανισμό της αντίδρασης.

**13.** Η σχάση ενός ομοιοπολικού δεσμού μπορεί να είναι είτε ομολυτική, είτε ετερολυτική. Στην ομολυτική σχάση κάθε άτομο παίρνει ένα ηλεκτρόνιο του κοινού ζεύγους και προκύπτουν δύο ουδέτερα άτομα (ρίζες). Στην ετερολυτική σχάση σχηματίζονται ιόντα.

**14.** Καρβοκατιόντα είναι οργανικά κατιόντα τα οποία περιέχουν ένα ανθρακοάτομο που έχει τρεις ομοιοπολικούς δεσμούς (έξι ηλεκτρόνια) και φορτίο +1, π.χ.  $\text{CH}_3^+$ . Καρβανιόντα είναι οργανικά ανιόντα τα οποία περιέχουν ένα ανθρακοάτομο που έχει τρεις ομοιοπολικούς δεσμούς και ένα μη δεσμικό ζεύγος ηλεκτρονίων (οκτώ



ηλεκτρόνια) και φορτίο -1, π.χ.  $\text{CH}_3^-$ .

**15.** Ηλεκτρονιόφιλα είναι αντιδραστήρια που είναι «φιλικά» προς τα ηλεκτρόνια, περιέχουν δηλαδή κάποιο ηλεκτρονιακά φτωχό άτομο που μπορεί να σχηματίσει νέο δεσμό αποδεχόμενο την προσφορά ενός ζεύγους ηλεκτρονίων από κάποιο αντιδραστήριο που διαθέτει ένα ηλεκτρονιακά πλούσιο άτομο (πυρηνόφιλο).

**16.** Οι οργανικές αντιδράσεις γίνονται ή μέσω ελευθέρων ριζών ή με ετερολυτική σχάση (πολικές αντιδράσεις). Οι πολικές αντιδράσεις αποτελούν το πιο συνηθισμένο είδος αντιδράσεων

στην οργανική χημεία.

- 17** Οργανική σύνθεση είναι μια διαδικασία παρασκευής οργανικής ένωσης με πρώτες ύλες ανόργανες ουσίες ή οργανικές ενώσεις και οποιαδήποτε ανόργανα αντιδραστήρια.
- 18.** Η διάκριση μεταξύ δύο ενώσεων Α και Β επιτυγχάνεται με μια διαδικασία που μας επιτρέπει να διαπιστώσουμε ποια είναι η ένωση που διαθέτουμε. Η αντίδραση που θα χρησιμοποιήσουμε για τη διάκριση πρέπει να γίνεται άμεση αντιληπτή (π.χ. σχηματισμός ιζήματος).

- 19.** Ταυτοποίηση είναι η διαδικασία καθορισμού μιας ένωσης, όταν δίνεται ο μοριακός της τύπος και ορισμένες χαρακτηριστικές της ιδιότητες.
- 20.** Η διάκριση μεταξύ αλκανίων και ακόρεστων υδρογονανθράκων επιτυγχάνεται με διάλυμα  $\text{Br}_2$  σε  $\text{CCl}_4$ .
- 21.** Η ταυτοποίηση των αλκινίων της μορφής  $\text{RC}\equiv\text{CH}$  μπορεί να στηριχτεί στην αντίδρασή τους με  $\text{Na}$  ή με διάλυμα  $\text{CuCl} + \text{NH}_3$ .
- 22.** Η διάκριση των αλκοολών από τους ισομερείς τους αιθέρες μπορεί να γίνει με  $\text{Na}$ .

- 23.** Οι ισομερείς αλκοόλες διακρίνονται μεταξύ τους ή με οξείδωση ή με την αλογονοφορμική αντίδραση.
- 24.** Ένα καρβοξυλικό οξύ μπορεί να διακριθεί από τον ισομερή του εστέρα, λόγω της αντίδρασης του πρώτου με ανθρακικά άλατα, π.χ.  $\text{NaHCO}_3$ .
- 25.** Η διάκριση μεταξύ των αλκοολών, φαινόλων και καρβοξυλικών οξέων μπορεί να στηριχτεί στη διαφορετική ισχύ αυτών όσον αφορά τον όξινο χαρακτήρα τους. Δηλαδή, τα καρβοξυλικά οξέα είναι ισχυρότερα οξέα από τις φαινόλες και αυτές είναι ισχυρότερες από τις αλκοόλες.

# Λέξεις - κλειδιά

Σίγμα δεσμός

Πι δεσμός

Υβριδισμός

Επαγωγικό φαινόμενο

Στερεοϊσομέρεια

Χειρόμορφο μόριο

Εναντιομερή

Ασύμμετρο άτομο άνθρακα

R και S διάταξη

Διαστερομερή

Γεωμετρική ισομέρεια

cis - trans ισομερή

Z - E ισομερή

Προσθήκη

Απόσπαση

Υποκατάσταση  
Ελεύθερες ρίζες  
Ηλεκτρονιόφιλα  
Πυρηνόφιλα  
Σύνθεση  
Αποικοδόμηση  
Ανοικοδόμηση  
Διάκριση  
Ταυτοποίηση



90 / 321

# Ερωτήσεις - Ασκήσεις - Προβλήματα

## Ερωτήσεις επανάληψης

1. Πώς γίνεται η περιγραφή των δεσμών με τη θεωρία δεσμού σθένους;
2. Τι ονομάζεται μήκος δεσμού;
3. Τι ονομάζεται  $\sigma$  (σίγμα) δεσμός;
4. Τι ονομάζεται  $\pi$  (πι) δεσμός;
5. Τι ονομάζονται υβριδικά τροχιακά;
6. Τι είναι επαγωγικό φαινόμενο;
7. Τι ονομάζεται στερεοϊσομέρεια;

- 8.** Τι είναι χειρόμορφα μόρια;
- 9.** Ποιο άτομο άνθρακα ονομάζεται ασύμμετρο;
- 10.** Ποιες ενώσεις ονομάζονται εναντιομερείς;
- 11.** Τι γνωρίζετε για την R και S στερεοχημική διάταξη;
- 12.** Τι είναι στροφική ικανότητα και πώς μετριέται;
- 13.** Τι είναι ειδική στροφική ικανότητα;
- 14.** Τι ονομάζεται διαστερομέρεια;
- 15.** Τι είναι μεσομορφή;



- 16.** Τι γνωρίζετε για τη γεωμετρική στερεοϊσομέρεια;
- 17.** Τι γνωρίζετε για τις cis - trans στερεοχημικές διατάξεις και τι για τις Z και E;
- 18.** Ποιες είναι οι σημαντικότερες κατηγορίες οργανικών αντιδράσεων;
- 19.** Ποιες αντιδράσεις ονομάζονται αντιδράσεις προσθήκης και ποιες είναι οι σημαντικότερες από αυτές;
- 20.** Ποιες αντιδράσεις ονομάζονται αντιδράσεις απόσπασης;
- 21.** Ποιες αντιδράσεις ονομάζονται αντιδράσεις υποκατάστασης;

- 22.** Τι γνωρίζετε για τον πολυμερισμό ενώσεων που περιέχουν τη ρίζα βινύλιο και τι για τον πολυμερισμό των συζυγών διενίων;
- 23.** Τι ονομάζεται μηχανισμός αντίδρασης;
- 24.** Ποια σχέση ονομάζεται ομολυτική και ποια ετερολυτική;
- 25.** Τι είναι καρβοκατιόντα και τι καρβανιόντα;
- 26.** Ποια αντιδραστήρια ονομάζονται ηλεκτρονιόφιλα και ποια πυρηνόφιλα;
- 27.** Να περιγράψετε το μηχανισμό υποκατάστασης με ελεύθερες ρίζες.

- 28.** Να περιγράψετε το μηχανισμό ηλεκτρονιόφιλης προσθήκης σε αλκένιο.
- 29.** Να περιγράψετε το μηχανισμό πυρηνόφιλης προσθήκης σε καρβονύλιο.
- 30.** Τι ονομάζεται οργανική σύνθεση;
- 31.** Ποιες είναι οι πιο σημαντικές συνθέσεις κατά τις οποίες το μόριο της ένωσης που παρασκευάζεται έχει ένα άτομο άνθρακα περισσότερο από τα άτομα του άνθρακα που περιέχει το μόριο της ένωσης που χρησιμοποιείται ως πρώτη ύλη;
- 32.** Ποιες είναι οι πιο σημαντικές συνθέσεις αποικοδόμησης;

- 33.** Πώς επιτυγχάνεται γενικά η διάκριση μεταξύ δύο ενώσεων A και B;
- 34.** Πώς επιτυγχάνεται η διάκριση μεταξύ ενός αλκανίου και ενός αλκενίου με τα ίδια άτομα άνθρακα;
- 35.** Πώς επιτυγχάνεται η διάκριση μεταξύ των αλκινίων με τύπο  $RC\equiv CH$  και των ισομερών τους;
- 36.** Πώς επιτυγχάνεται η διάκριση μεταξύ μιας αλκοόλης με τον ισομερή της αιθέρα;
- 37.** Πώς διακρίνουμε τις ισομερείς αλκοόλες;

**38.** Πώς διακρίνουμε ένα οξύ από τον ισομερή του εστέρα;

**39.** Πώς επιτυγχάνεται η διάκριση μεταξύ των αλκοολών, φαινολών και καρβοξυλικών οξέων;

# Ασκήσεις - Προβλήματα

## α. Δομή οργανικών ενώσεων

**40.** Πώς γίνεται η επικάλυψη των ατομικών τροχιακών κατά το σχηματισμό των μορίων HCl και Cl<sub>2</sub>;

**\* 41.** Μπορούν δύο τροχιακά p να συγχωνευθούν και να δώσουν δύο υβριδικά τροχιακά;

**42.** Να συμπληρωθούν τα κενά στις ακόλουθες προτάσεις.  
α. Η απόσταση μεταξύ των ..... δύο ατόμων που πλησιάζουν και στην οποία επιτυγχάνεται η ..... ενέργεια ονομάζεται μήκος δεσμού.

β. Σίγμα δεσμός προκύπτει με επικάλυψη ..... τροχιακών περί τον άξονα που ..... τους πυρήνες των ατόμων.

γ. Αν τα δύο  $p$  τροχιακά δεν επικαλύπτονται γραμμικά, αλλά ....., τότε προκύπτει ..... δεσμός.

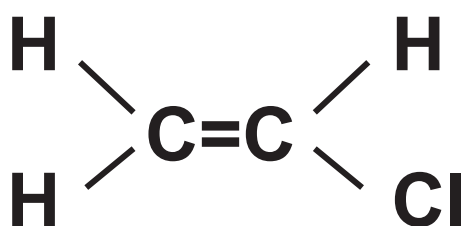
δ. Δύο ατομικά ..... που προκύπτουν από τη συγχώνευση ενός ατομικού τροχιακού  $s$  και ενός ατομικού τροχιακού  $p$  ονομάζονται ..... τροχιακά  $sp$ , είναι όμοια μεταξύ τους και σχηματίζουν γωνία .....

- 43.** α. Ποια είναι η γωνία μεταξύ δύο όμοιων υβριδικών τροχιακών  $sp$  και  $sp$  στο ίδιο άτομο;
- β. Ποια είναι η γωνία μεταξύ δύο όμοιων υβριδικών τροχιακών  $sp^2$  και  $sp^2$  στο ίδιο άτομο;
- γ. Ποια είναι η γωνία μεταξύ δύο όμοιων υβριδικών τροχιακών  $sp^3$  και  $sp^3$  στο ίδιο άτομο;
- \* 44.** Να περιγραφεί ο σχηματισμός του μορίου  $CH_3CH_2Cl$  (χλωροαιθάνιο) με τη θεωρία δεσμού σθένους και να αναφέρετε πόσοι  $\sigma$  (σίγμα) και πόσοι  $\pi$  (πι) δεσμοί υπάρχουν σε αυτό.



7  $\sigma$

- \* **45.** Να περιγραφούν οι δεσμοί στο μόριο του χλωροαιθένιου:



5  $\sigma$ , 1  $\pi$

- \* **46.** Να περιγραφούν οι δεσμοί στο μόριο του χλωροαιθίνιου,  $\text{H}-\text{C}\equiv\text{C}-\text{Cl}$ .

3  $\sigma$ , 2  $\pi$

**47.** Να χαρακτηρίσετε με Σ όσες από τις ακόλουθες προτάσεις είναι σωστές και με Λ όσες είναι λανθασμένες.

α. Στο μόριο του  $\text{CH}_4$  υπάρχουν τέσσερις  $\sigma$  (σίγμα) δεσμοί, καθένας από τους οποίους προκύπτει με επικάλυψη ενός  $sp^3$  και ενός  $s$  τροχιακού.

β. Ο διπλός δεσμός μεταξύ των ατόμων άνθρακα στο αιθυλένιο  $\text{CH}_2=\text{CH}_2$  αποτελείται από ένα  $\sigma$  (σίγμα) και ένα  $\pi$  (πι) δεσμό.

γ. Ο δεσμός C-H στο αιθίνιο είναι  $\pi$  (πι) δεσμός.

δ. Στο μόριο του  $\text{CH}_3\text{Cl}$  υπάρχουν τρεις  $\sigma$  (σίγμα) δεσμοί μεταξύ C-H και ένας  $\pi$  (πι) δεσμός μεταξύ C-Cl.

**102 / 324 - 325**

**48.** Να αντιστοιχίσετε στο κάθε μόριο της πρώτης στήλης (I) το είδος του υβριδικού τροχιακού, που υπάρχει στο κεντρικό άτομο του μορίου, και αναγράφεται στη δεύτερη στήλη.

I	II
$\text{BeH}_2$	$sp^2$
$\text{BCl}_3$	$sp^3$
$\text{CCl}_4$	$sp$

**49.** Να γράψετε κατά σειρά αυξανόμενης ισχύος τα οξέα:



## β. Στερεοϊσομέρεια

- 50.** Να συμπληρωθούν τα κενά στις ακόλουθες προτάσεις:
- α. Χειρόμορφο ονομάζεται ένα μόριο όταν δε συμπίπτει με το .....σε επίπεδο καθρέφτη.
  - β. Οι ..... τύποι που συμβολίζουν τα δύο χειρόμορφα μόρια αντιστοιχούν σε δύο ..... ενώσεις που ονομάζονται .....
  - γ. Η στερεοϊσομέρεια που παρουσιάζεται μεταξύ δύο ονομάζεται .....
  - δ. Μια ένωση για να παρουσιάσει .....πρέπει να ..... επιπέδου συμμετρίας.
  - ε. Ασύμμετρο .....άνθρακα είναι αυτό που .....

με τέσσερις .....  
ομάδες ή άτομα.

**51.** Ποιες από τις επόμενες ενώσεις περιέχουν ασύμμετρο άτομο άνθρακα και όπου υπάρχει να σημειωθεί κατάλληλα.

α. 2-πεντανόλη

β. 3-πεντανόνη

γ. 3-πεντανόλη

δ. 3-μεθυλοπεντανικό οξύ

**52.** Να γράψετε τους δυνατούς στερεοχημικούς τύπος για την 2-χλωρο-1-προπανόλη και να σημειωθεί ποια είναι η R και ποια η S μορφή.

**\* 53.** Διάλυμα 200 mL που περιέχει 16 g ουσίας οπτικά ενεργούς ένωσης A εισάγεται σε σωλήνα πολωσίμετρου που έχει μήκος 10 cm, οπότε προσδιορίζεται η γωνία στροφής της A και βρίσκεται ίση με  $+6^\circ$ .

α. Ποια είναι η ειδική στροφική ικανότητα της A;

β. Αν ένα άλλο διάλυμα 200 mL που περιέχει 10 g της οπτικά ενεργούς ένωσης B (που είναι εναντομερής της A), εισαχθεί στο ίδιο πολωσίμετρο, κάτω από τις ίδιες συνθήκες που έγινε η μέτρηση της A, τι στροφή θα υποστεί το επίπεδο πόλωσης του φωτός αυτή τη φορά;

α.  $+75^\circ$ , β.  $-3,75^\circ$

**\* 54.** Η ειδική στροφική ικανότητα της ένωσης A είναι  $-24^\circ$ , ενώ της ένωσης B είναι  $+32^\circ$ . 2 g ενός μίγματος των ενώσεων A και B, αφού διαλυθεί σε κατάλληλο διαλύτη όγκου 20 mL, εισάγεται σε πολωσίμετρο με σωλήνα μήκους 10 cm, οπότε μετρείται η γωνία στροφής του επιπέδου του πολωμένου φωτός και βρίσκεται ίση με  $+0,4^\circ$ . Με βάση τα παραπάνω δεδομένα να προσδιοριστεί η σύσταση του αρχικού μίγματος των A και B.

1 g A, 1 g B

**\* 55.** Να γράψετε το συντακτικό τύπο του απλούστερου μέλους που έχει ένα ασύμμετρο άτομο άνθρακα της ομόλογης σειράς των:

α. αλκανίων

β. αλκενίων

γ. αλκινίων

δ. κορεσμένων μονοσθενών αλκοολών

ε. κορεσμένων μονοκαρβοξυλικών οξέων.

**56.** Να γράψετε τους συντακτικούς τύπους των αλκοολών με Μ.Τ.  $C_5H_{11}OH$  και να σημειώσετε σε ποιες από αυτές υπάρχει ασύμμετρο άτομο άνθρακα.

**57.** Να χαρακτηρίσετε με ένα Σ όσες από τις ακόλουθες προτάσεις



**είναι σωστές και με ένα Λ όσες είναι λανθασμένες.**

**α. Όταν στο μόριο μιας οργανικής ουσίας υπάρχει ένα ασύμμετρο άτομο άνθρακα, τότε υπάρχουν δύο στερεοϊσομερείς μορφές που ονομάζονται εναντιομερείς.**

**β. Όταν στο μόριο μιας οργανικής ένωσης υπάρχουν δύο ασύμμετρα άτομα άνθρακα, τότε υπάρχουν οπωσδήποτε τέσσερις στερεοϊσομερείς μορφές της ένωσης.**

**γ. Εναντιομερείς ονομάζονται οι στερεοϊσομερείς ενώσεις που έχουν σχέση κατοπτρικού ειδώλου μεταξύ τους.**

**δ. Διαστερομερείς ονομάζονται οι στερεοϊσομερείς ενώσεις που δεν είναι εναντιομερείς.**

**58.** Να γράψετε το συντακτικό τύπο της 2,3,4-τριυδροξυβουτανάλης και να σημειώσετε τα ασύμμετρα άτομα άνθρακα. Στη συνέχεια να γράψετε τους δυνατούς στεreoχημικούς τύπους, να τους αριθμήσετε και να βρείτε τα ζεύγη των εναντιομερών και διαστερομερών.

4 τύποι, 2 και 4 ζεύγη

**\* 59.** Να γράψετε το συντακτικό τύπο του απλούστερου αλκαίνιου με δύο ασύμμετρα άτομα άνθρακα και να βρείτε τους δυνατούς στεreoχημικούς του τύπους.

3,4-διμεθυλο-εξάνιο, 3 τύποι

**60.** Να αντιστοιχίσετε σε κάθε συντακτικό τύπο της στήλης (I) τον αριθμό των στεreoχημικών τύπων που είναι γραμμένοι στη στήλη (II).

I	II
2,3-διβρωμοπεντάνιο	1
2,3,4-τριβρωμοοκτάνιο	2
2,4-διβρωμοπεντάνιο	2
2-βρωμοπεντάνιο	3
2-βρωμο-2-βουτένιο	4
3-βρωμοπεντάνιο	8

**61.** Να συμπληρωθούν οι ακόλουθες αντιδράσεις και να βρεθεί ο αριθμός των στερεοϊσομερών που έχουν οι ενώσεις Α, Β, Γ, Δ και Ε:



- \* **62.** α. Να γράψετε όλους τους δυνατούς συντακτικούς τύπους των ενώσεων με Μ.Τ.  $\text{C}_5\text{H}_{10}\text{Cl}_2$ .
- β. Να σημειωθούν τα ασύμμετρα άτομα άνθρακα, εφόσον υπάρχουν, και να προσδιοριστεί ο αριθμός των στερεοϊσομερών που αντιστοιχεί σε

κάθε συντακτικό τύπο.

4

\* **63.** Να γράψετε το συντακτικό τύπο της 3-πεντεν-2-όλης και να προσδιοριστούν οι δυνατοί στερεοχημικοί της τύποι.

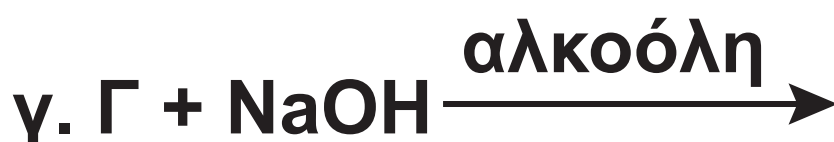
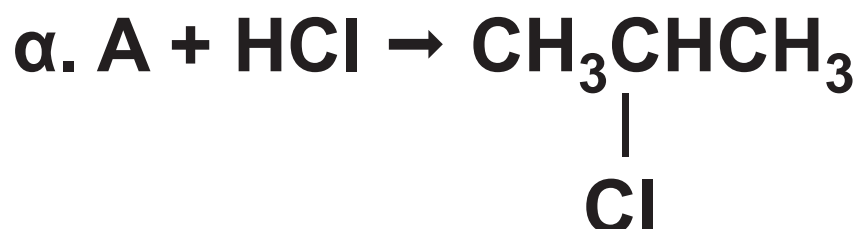
**64.** Να γράψετε τους συντακτικούς τύπους των μονοχλωροβουτενίων  $C_4H_7Cl$  και να σημειωθεί σε ποιο από αυτά έχουμε γεωμετρική cis - trans στερεοϊσομέρεια και σε ποια εναντιομέρεια.

## γ. Κατηγορίες οργανικών αντιδράσεων

**65.** Να γράψετε τους συντακτικούς τύπους των αλκενίων με μοριακό τύπο  $C_4H_8$  και τις αντιδράσεις κάθε ισομερούς με  $H_2$ ,  $Br_2$ ,  $HCl$  και  $H_2O$ . Σε περίπτωση που είναι δυνατόν να σχηματιστούν δύο προϊόντα, να γράψετε το κύριο προϊόν.

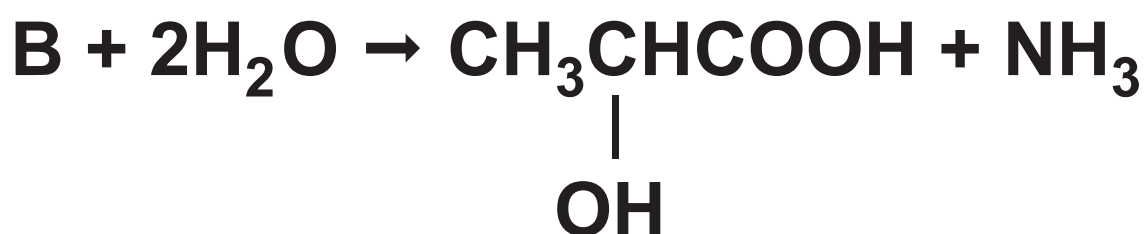
**66.** Να γράψετε τους συντακτικούς τύπους των αλκινίων με μοριακό τύπο  $C_4H_6$  και τις αντιδράσεις κάθε ισομερούς με  $H_2$ ,  $HCl$  και  $H_2O$ . Σε κάθε περίπτωση να καταλήξετε σε κορεσμένο προϊόν και όπου είναι δυνατόν να σχηματιστούν δύο προϊόντα να γράψετε το κύριο προϊόν.

**67.** ΣΤΙΣ ΕΠΌΜΕΝΕΣ ΑΝΤΙΔΡΆΣΕΙΣ ΝΑ ΒΡΕΪΤΕ ΠΟΙΕΣ ΕΪΝΑΙ ΟΙ ΕΝΨΣΕΙΣ Α, Β, Γ.



**68.** Να γράψετε τους συντακτικούς τύπους των καρβονυλικών ενώσεων με μοριακό τύπο  $C_3H_6O$  και τις αντιδράσεις κάθε ισομερούς με  $HCN$  και  $CH_3MgBr$ . Στη συνέχεια να γράψετε την αντίδραση κάθε προϊόντος των προηγούμενων αντιδράσεων με το  $H_2O$ .

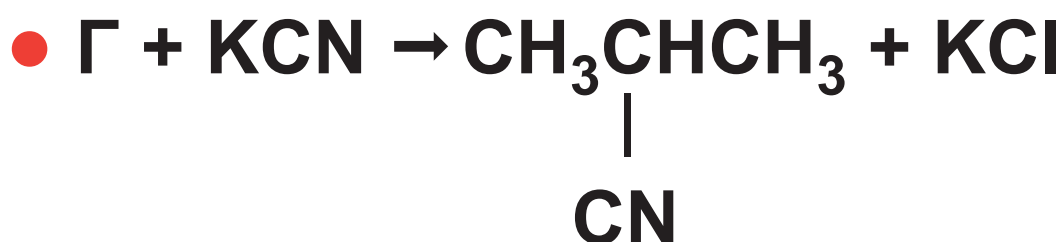
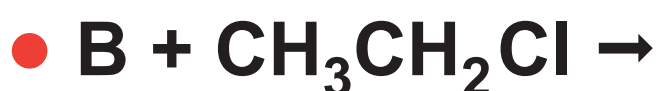
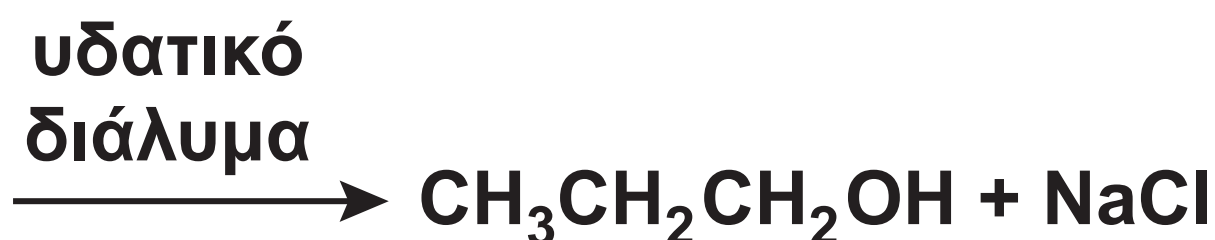
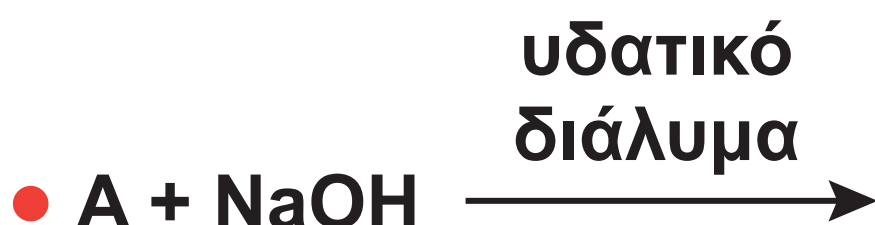
\* **69.** Στις επόμενες αντιδράσεις να βρεθούν οι συντακτικοί τύποι των ενώσεων Α, Β, Γ, Δ.





- \* **70.** Να παρασκευάσετε όλες τις αλκοόλες που έχουν μοριακό τύπο  $C_4H_9OH$  με όλους τους δυνατούς τρόπους, χρησιμοποιώντας την κατάλληλη καρβονυλική ένωση και το κατάλληλο αντιδραστήριο Grignard.
- \* **71.** Να γράψετε τους συντακτικούς τύπους όλων των ενώσεων με μοριακό τύπο  $C_4H_9Cl$ , στη συνέχεια να γράψετε την αντίδραση κάθε ισομερούς με αλκοολικό διάλυμα  $NaOH$  και όπου είναι δυνατόν να σχηματιστούν διάφορα οργανικά προϊόντα να γράψετε το κύριο προϊόν.

**72.** ΣΤΙΣ ΕΠΌΜΕΝΕΣ ΑΝΤΙΔΡΆΣΕΙΣ ΝΑ ΒΡΕΘΟΥΝ ΟΙ ΣΥΝΤΑΚΤΙΚΟΪ ΤΪΠΟΙ ΤΩΝ ΕΝΨΣΕΩΝ Α, Β, Γ.



- 73.** Να γράψετε τους συντακτικούς τύπους των αλκοολών που έχουν μοριακό τύπο  $C_4H_{10}O$  και τις αντιδράσεις οξείδωσης των:
- α. με διάλυμα  $KMnO_4$  παρουσία  $H_2SO_4$  και
  - β. με διάλυμα  $K_2Cr_2O_7$  παρουσία  $H_2SO_4$ .

Σε περίπτωση που η αλκοόλη είναι πρωτοταγής, να γράψετε δύο αντιδράσεις.

- 74.** Να γράψετε τις αντιδράσεις οξείδωσης της προπανάλης:
- α. με διάλυμα  $KMnO_4$  παρουσία  $H_2SO_4$ ,
  - β. με το φελίγγειο υγρό,
  - γ. με αμμωνιακό διάλυμα  $AgNO_3$ .

**75.** Να γράψετε τις αντιδράσεις οξείδωσης των ακόλουθων οργανικών ουσιών με διάλυμα  $\text{KMnO}_4$  παρουσία  $\text{H}_2\text{SO}_4$ .

α.  $\text{HCOOH}$

β.  $(\text{COOH})_2$

γ.  $\text{HCOONa}$

δ.  $(\text{COONa})_2$

**76.** Να γράψετε τις αντιδράσεις καθεμιάς από τις ακόλουθες οργανικές ενώσεις με διάλυμα  $\text{NaOH}$ .

α. αιθανικό οξύ

β. βενζοϊκό οξύ

γ. φαινόλη

**77.** Να γράψετε τους συντακτικούς τύπους των αμινών με μοριακό τύπο  $\text{C}_2\text{H}_7\text{N}$  και την αντίδραση

της κάθε μιας με διάλυμα HCl.

**78.** Να συμπληρώσετε τα κενά στις ακόλουθες προτάσεις:

α. Κατά την ..... σχάση του δεσμού του μορίου του HCl, κάθε άτομο παίρνει ένα ηλεκτρόνιο του ..... ζεύγους και έτσι προκύπτουν δύο ..... άτομα. Τα ..... αυτά άτομα είναι πολύ δραστικά και ονομάζονται .....

β. Κατά την..... σχάση του δεσμού του μορίου του HCl το κοινό ζεύγος ηλεκτρονίων του μορίου καταλήγει στο ..... που είναι πιο ηλεκτραρνητικό από το .....

\* **79.** Να γράψετε τις ομολυτικές σχέσεις των δεσμών στα μόρια:  
 $H_2$ ,  $Br_2$ ,  $CH_4$  και  $C_2H_6$ .

\* **80.** Να γράψετε τις ετερολυτικές σχέσεις των δεσμών στα μόρια:  
 $CH_3Br$ ,  $CH_3CH_2MgBr$  και  $HBr$ .

**81.** Να αντιστοιχίσετε κάθε σωματίδιο που υπάρχει στην πρώτη στήλη (I) με το είδος που ανήκει και αναγράφεται στη δεύτερη στήλη (II).

I	II
$\text{CH}_3^+$	καρβανιόν
$\text{CH}_3^-$	μόριο
$\text{CH}_3$	ρίζα
$\text{Cl}_2$	καρβοκατιόν

**82.** Να χαρακτηρίσετε ως πυρηνόφιλο ή ηλεκτρονιόφιλο καθένα από τα επόμενα:  $\text{NH}_3$ ,  $\text{OH}^-$ ,  $\text{CH}_3^+$ ,  $\text{CH}_3^-$ ,  $\text{AlCl}_3$ ,  $\text{NH}_2^-$ ,  $\text{NO}_2^+$ .

**83.** Να περιγράψετε το μηχανισμό της προσθήκης  $\text{HCl}$  σε προπένιο.

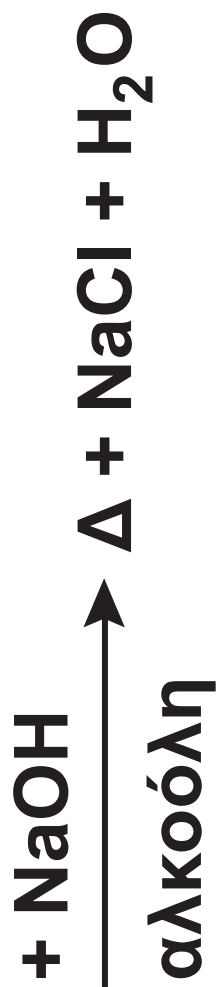
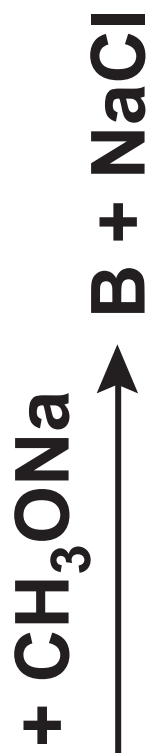
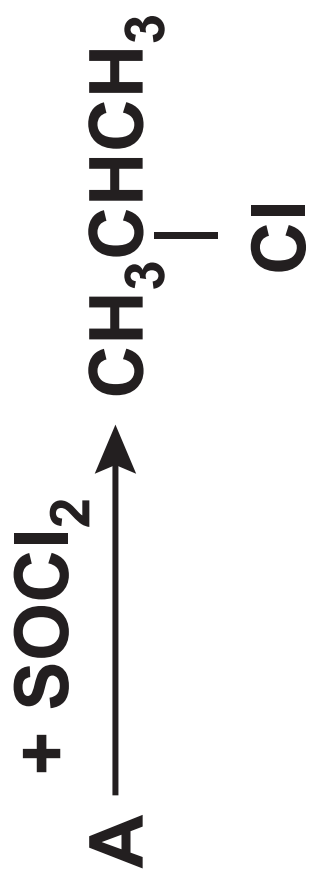
**84.** Να περιγράψετε το μηχανισμό της προσθήκης HCN σε διμεθυλοκετόνη.

### **δ. Συνθέσεις - διακρίσεις**

- 85.** α. Με πρώτη ύλη αιθυλένιο και ανόργανες ουσίες να παρασκευάσετε ακεταλδεΐδη.  
β. Με πρώτη ύλη 1-πεντανόλη και ανόργανες ουσίες να παρασκευάσετε 2-πεντανόλη.  
γ. Με πρώτη ύλη 1-πεντένιο και ανόργανες ουσίες να παρασκευάσετε 1-πεντίνιο.

**86.** Να βρείτε τους συντακτικούς τύπους των Α, Β, Γ και Δ.





\* **87.** Να παρασκευάσετε: α. αιθάνιο με πρώτη ύλη 1-χλωροπροπάνιο και ανόργανες ουσίες, β. προπανικό οξύ με πρώτη ύλη 2-βουτανόλη και ανόργανες ουσίες.

\* **88.** Με πρώτη ύλη  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$  και ανόργανες ουσίες να παρασκευάσετε:

α. βουτάνιο

β. 2-βουτανόλη

γ. αιθανικό αιθυλεστέρα

δ. διμεθυλοκετόνη

- \* **89.** Με πρώτη ύλη αιθανάλη, HCN, και ανόργανες ουσίες να παρασκευάσετε:
- α. 2-υδροξυπροπανικό οξύ
  - β. οξικό αιθυλεστέρα
  - γ. 2-βουτανόλη
  - δ. μεθανικό οξύ
  - ε. βουτάνιο και
  - στ. 3-πεντανόλη.

- 90.** Με πρώτη ύλη προπίνιο και ανόργανες ουσίες να παρασκευάσετε:
- α. προπανόνη
  - β. 4-μεθυλο-2-πεντίνιο.

- 91.** Αέριο δείγμα φέρει την ένδειξη: βουτάνιο ή 1-βουτένιο ή 1-βουτίνιο. Πώς θα διαπιστώσετε ποιο από τα τρία αέρια είναι το δείγμα;

**92.** Να βρείτε τους συντακτικούς τύπους των A και B, αν δίνεται:



**93.** Οργανική ένωση (A) έχει μοριακό τύπο C<sub>5</sub>H<sub>12</sub>O και διαπιστώθηκε ότι:

α. Αντιδρά με νάτριο και εκλύεται H<sub>2</sub>.

β. Δεν οξειδώνεται χωρίς διάσπαση της ανθρακικής αλυσίδας της.

Να βρείτε το συντακτικό τύπο της.

**94.** Σε τρία δοχεία περιέχονται οι ενώσεις:

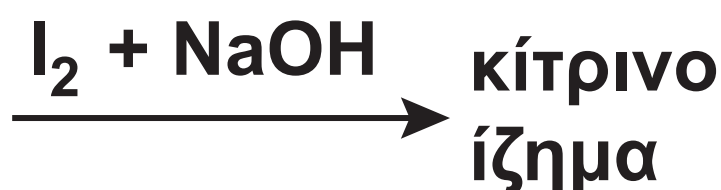
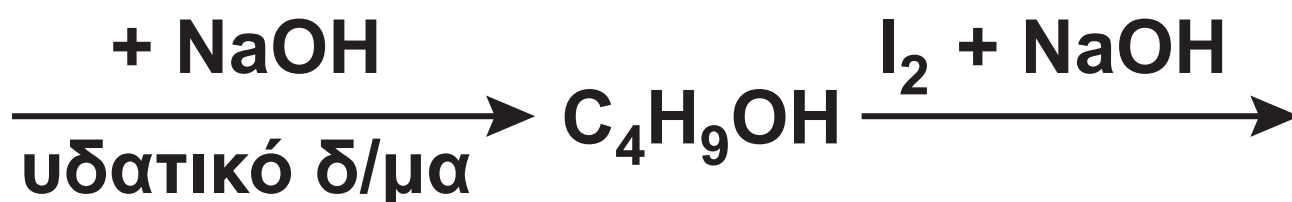
1-προπανόλη, 2-προπανόλη και αιθυλομεθυλαιθέρας. Δεν ξέρουμε όμως ποια ουσία περιέχεται σε κάθε δοχείο. Αν στηριχτούμε στις διαφορετικές χημικές ιδιότητες των παραπάνω ενώσεων, πώς μπορούμε να βρούμε ποια ένωση βρίσκεται σε κάθε δοχείο;

- \* **95.** Με βάση τις παρακάτω πληροφορίες να βρεθεί ο συντακτικός τύπος του Α και του Β.

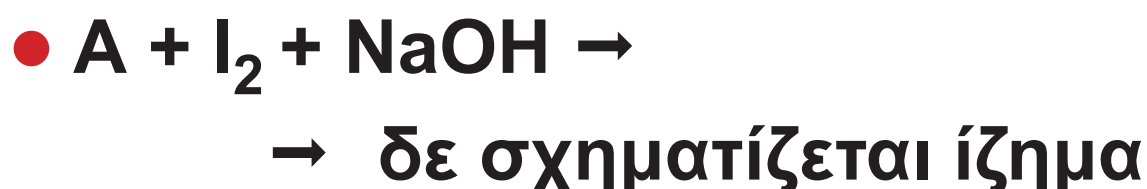
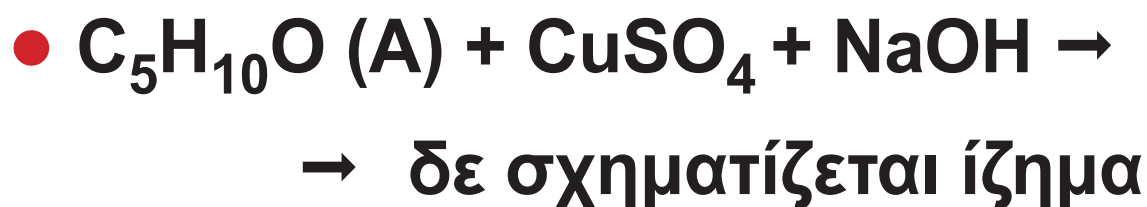
(Α)



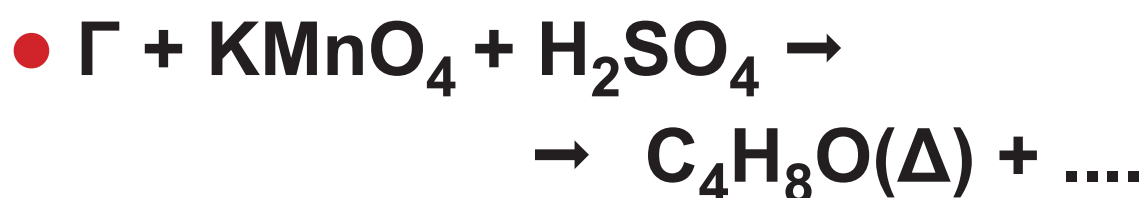
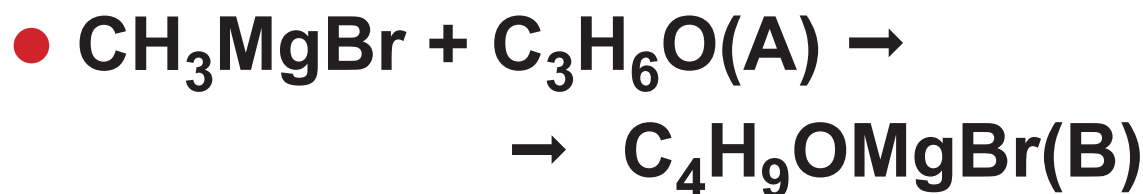
(Β)



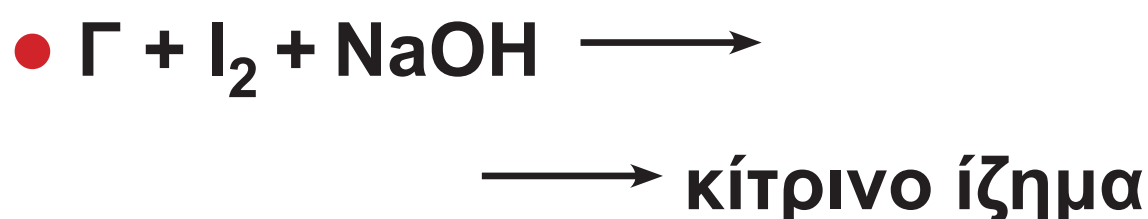
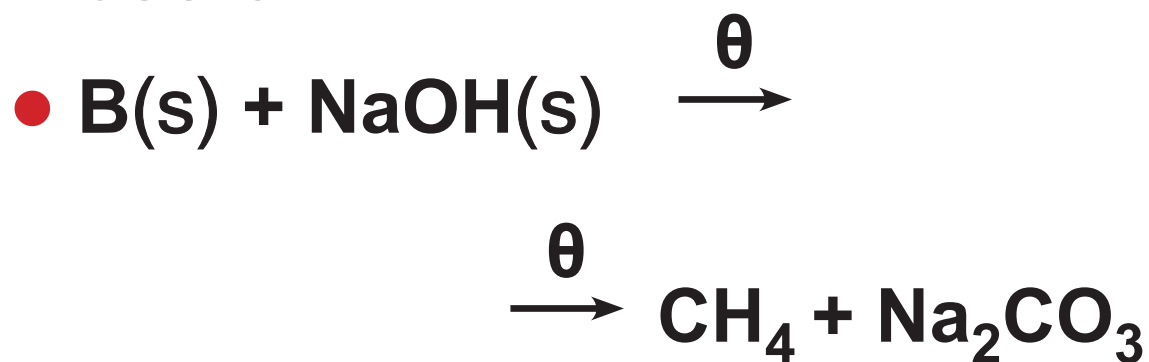
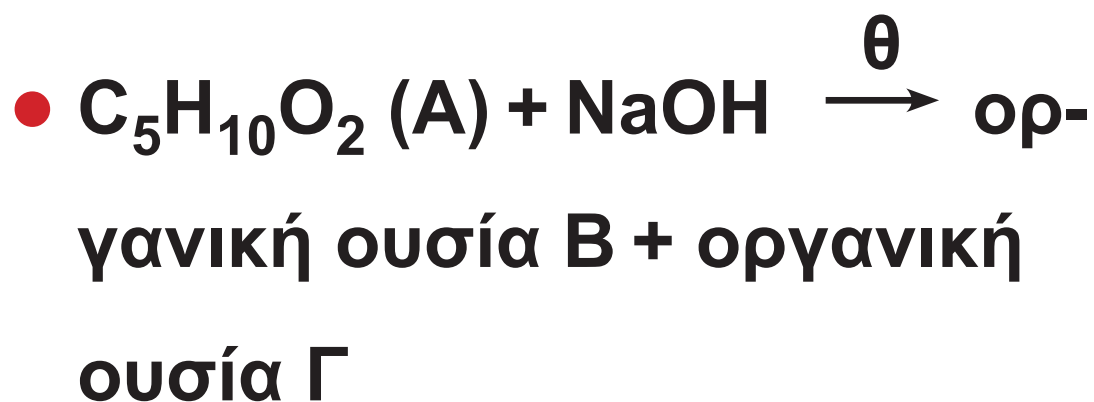
\* **96.** Με βάση τις παρακάτω πληροφορίες να βρεθεί ο συντακτικός τύπος της καρβονυλικής ένωσης Α.



\* **97.** Να βρεθούν οι συντακτικοί τύποι των ενώσεων Α, Β, Γ, Δ και να γραφούν αναλυτικά οι ακόλουθες αντιδράσεις.

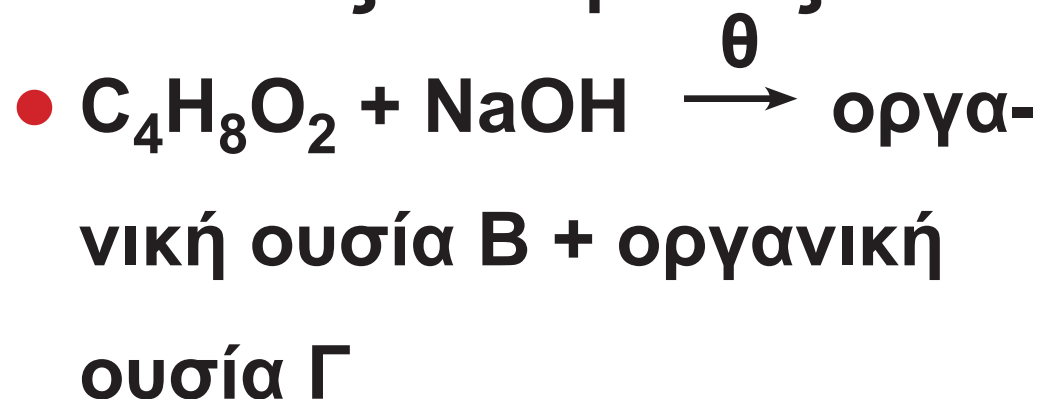


**98.** Να βρεθούν οι συντακτικοί τύποι των ενώσεων Α, Β και Γ, αν γνωρίζουμε ότι:

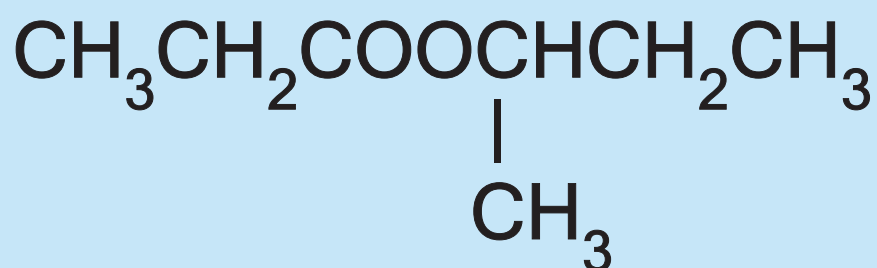




\* **99.** Να βρεθούν οι συντακτικοί τύποι των ενώσεων Α, Β, Γ, Δ και να γραφούν αναλυτικά οι ακόλουθες αντιδράσεις.

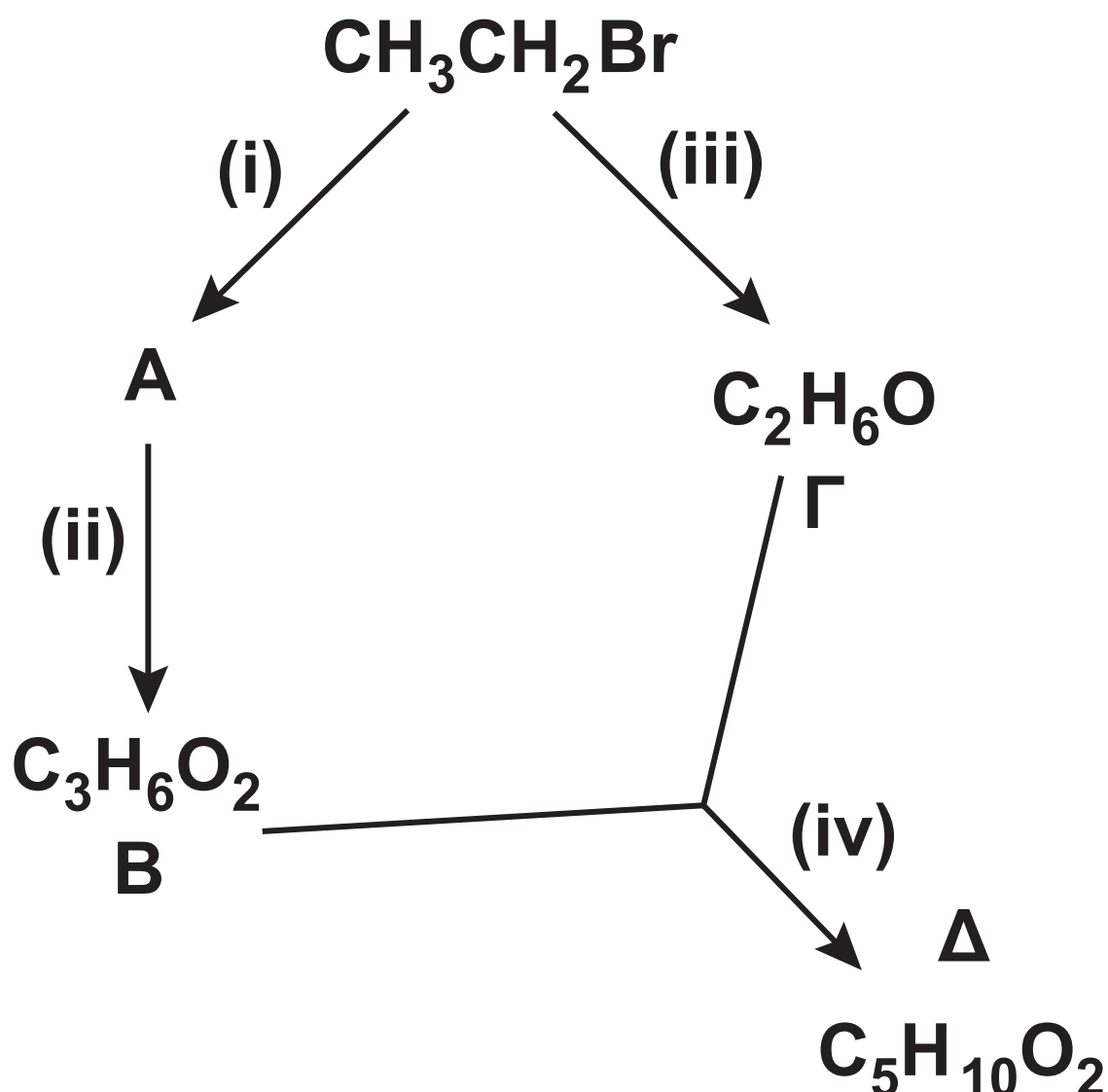


- \* **100.** Κορεσμένη οργανική ένωση Α με μοριακό τύπο  $C_7H_{14}O_2$  υδρολύεται και δίνει ένα οξύ Β και μια αλκοόλη Γ, η οποία έχει το ίδιο μοριακό βάρος με το Β. Η οξείδωση της Γ οδηγεί σε καρβονυλική ένωση Δ, η οποία δεν ανάγει το φελίγγειο υγρό. Ποιος είναι ο συντακτικός τύπος και το όνομα της ένωσης Α;



## Γενικά προβλήματα

**\*\* 101.** Το παρακάτω διάγραμμα δίνει τα επί μέρους στάδια για τη σύνθεση της ένωσης Δ ( $C_5H_{10}O_2$ ) με πρώτη ύλη το βρωμοαιθάνιο:



- α. Να βρείτε ποια είναι τα σώματα Α, Β, Γ, Δ.
- β. Να γράψετε με ποια αντιδραστήρια και σε ποιες συνθήκες λαμβάνουν χώρα οι αντιδράσεις i, ii, iii και iv.

- \*\* 102.** Οργανική ουσία (Α) βρέθηκε ότι έχει εμπειρικό τύπο  $(C_6H_6O)_x$ . 4,71 g της (Α) διαλύονται σε 200 g οργανικού διαλύτη (Δ) ο οποίος έχει σημείο πήξεως  $-20\text{ }^\circ\text{C}$  και το διάλυμα που προκύπτει έχει σημείο πήξεως  $-21,2\text{ }^\circ\text{C}$ . Ζητούνται:
- α. Η πειραματική σχετική μοριακή μάζα της (Α), αν η κρυοσκοπική σταθερά

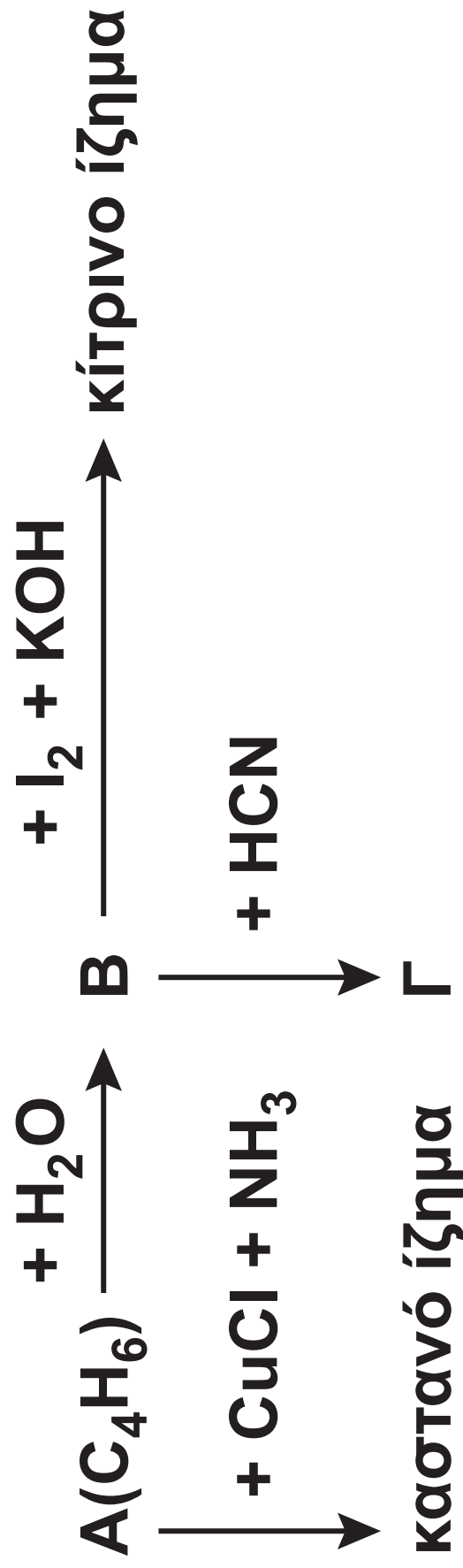
του ( $\Delta$ ) είναι  $K_f = 4,8$   
 $^{\circ}\text{C}/\text{m}$ .

**β.** Να βρεθεί ο μοριακός τύπος και η ακριβής σχετική μοριακή μάζα της (**A**).

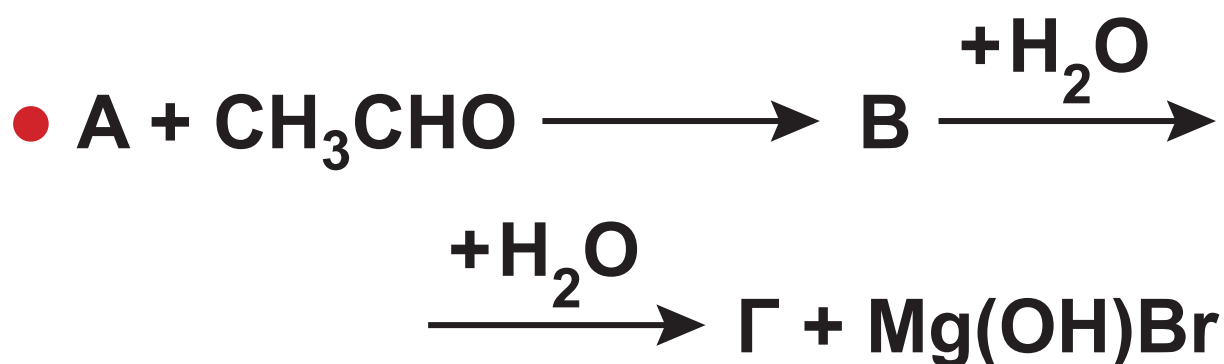
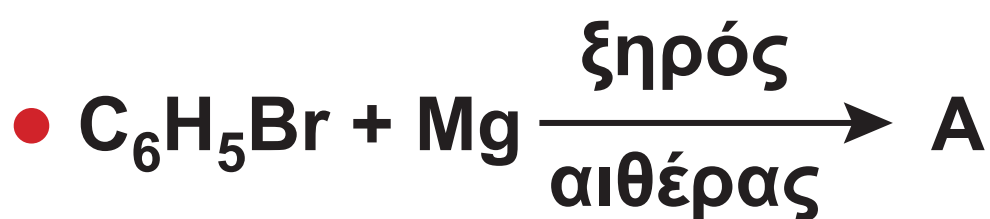
**γ.** Η (**A**) διαπιστώθηκε ότι δεν αποχρωματίζει ψυχρό διάλυμα  $\text{Br}_2$  σε  $\text{CCl}_4$  και αντιδρά με διάλυμα  $\text{NaOH}$  και δίνει άλας του τύπου  $\text{C}_6\text{H}_5\text{ONa}$ . Ποιος είναι ο συντακτικός τύπος και το όνομα της (**A**);

φαινόλη

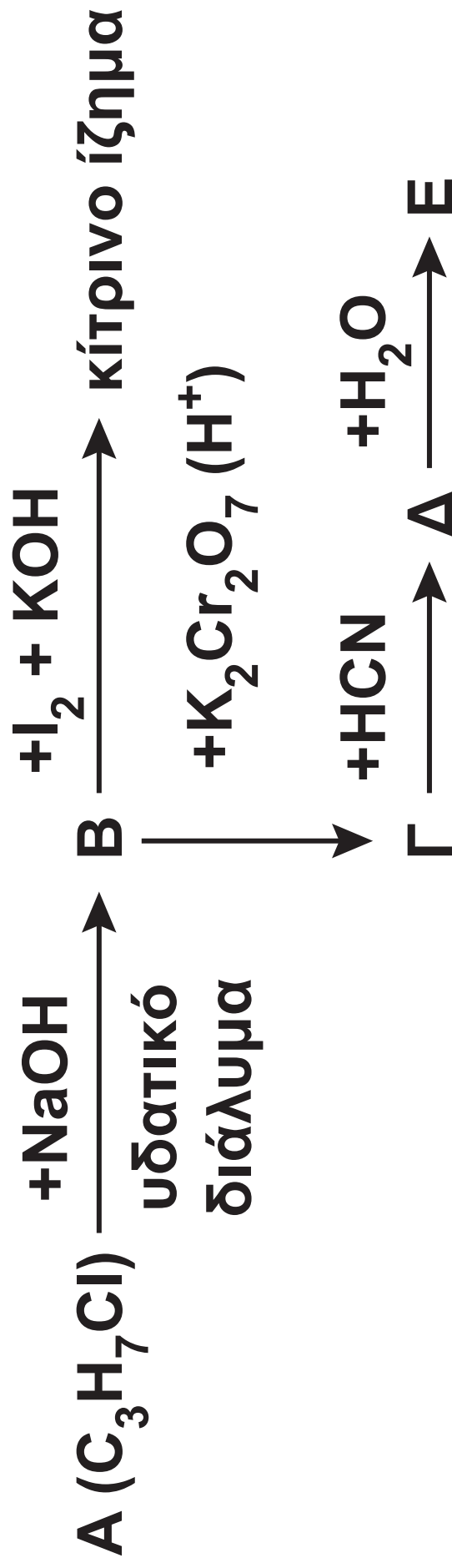
**\* 103.** Από το σχήμα που ακολουθεί, να προσδιοριστούν οι συντακτικοί τύποι των ενώσεων Α, Β και Γ, και να γραφούν αναλυτικά οι αντιδράσεις που αναφέρονται:



**104.** Να βρεθεί ο συντακτικός τύπος της Γ και οι δυνατοί στερεοχημικοί που αντιστοιχούν σε αυτόν.

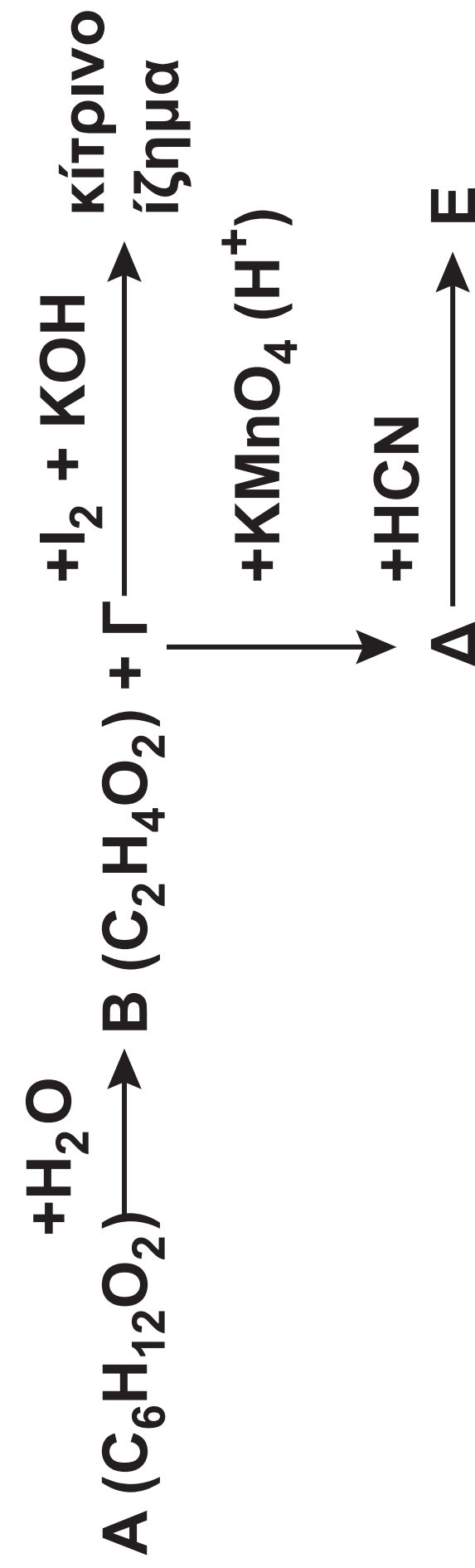


**\* 105.** Από το επόμενο σχήμα, να βρεθούν οι συντακτικοί τύποι των ενώσεων Α, Β, Γ, Δ και Ε:





**\* 106.** Από το επόμενο σχήμα, να βρεθούν οι συντακτικοί τύποι των ενώσεων Α, Β, Γ, Δ και Ε και να γραφούν όλες οι αντιδράσεις που αναφέρονται αναλυτικά.



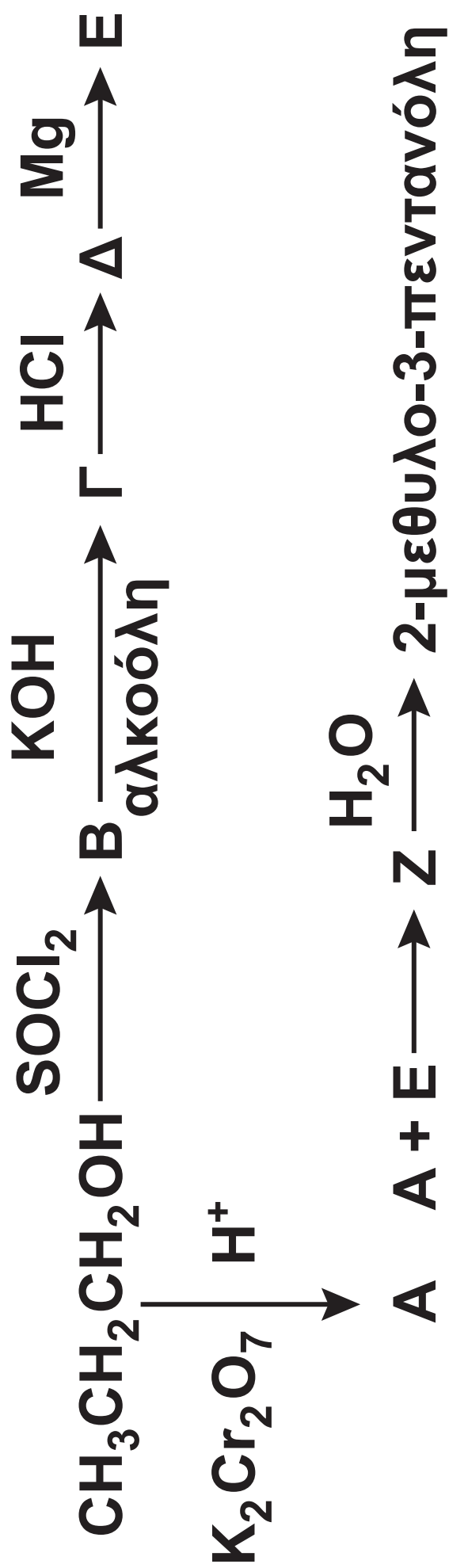
- \*\* 107.** Δίνεται η αρωματική ένωση Α με μοριακό τύπο  $C_{11}H_{14}O_2$ . Η Α αντιδρά σε κατάλληλες συνθήκες με θερμό διάλυμα NaOH και δίνει την ένωση Β με μοριακό τύπο  $C_7H_5O_2Na$  και αλκοόλη Γ με μοριακό τύπο  $C_4H_{10}O$ . Η Β θερμαίνεται με στερεό NaOH και δίνει βενζόλιο. Η Γ είναι οπτικά ενεργή. Ζητείται:
- Να βρεθούν οι συντακτικοί τύποι των Α, Β, Γ.
  - Να γράψετε τους στερεοχημικούς τύπους της Γ.
  - Να γράψετε τις χημικές εξισώσεις των αντιδράσεων της Γ:

- i. με διάλυμα  $\text{KMnO}_4$  παρουσία  $\text{H}_2\text{SO}_4$ .
- ii. με  $\text{I}_2 + \text{KOH}$ .

- \* 108.** Έξι δοχεία, αριθμημένα από το 1 έως το 6, περιέχουν το καθένα μία από τις εξής ενώσεις: αιθανόλη, προπανόλη-1, ακετόνη, διαιθυλαιθέρα, ακεταλδεΐδη και οξικό οξύ. Να προσδιορίσετε ποια ένωση περιέχεται σε κάθε δοχείο, από τις επόμενες πληροφορίες.
- α. Το περιεχόμενο των δοχείων 3, 5 και 6 μπορεί να αντιδράσει με νάτριο.
  - β. Οι ενώσεις που περιέχονται στα δοχεία 2, 4 και 5 δίνουν την αλογονοφορμική αντίδραση.

- γ. Το περιεχόμενο του δοχείου 6 αλλάζει το χρώμα των δεικτών.
- δ. Η ένωση που περιέχεται στο δοχείο 4 παράγει μεταλλικό άργυρο, όταν αντιδρά με αμμωνιακό διάλυμα νιτρικού αργύρου.

\* **109.** Το διάγραμμα που ακολουθεί παριστάνει σειρά χημικών διεργασιών κατά τις οποίες από 1-προπανόλη παρασκευάζεται 2-μεθυλο-3-πεντανόλη. Να βρεθούν οι συντακτικοί τύποι των ενώσεων Α, Β, Γ, Δ, Ε και Ζ.



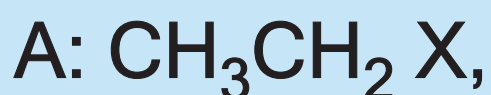
- \* **110.** Αλκένιο A, με σχετική μοριακή μάζα ίση με 70, αντιδρά με νερό και δίνει αλκοόλη B. Η B δεν μπορεί να αποχρωματίσει το ροδόχροο διάλυμα υπερμαγγανικού καλίου. Ποια είναι η αλκοόλη B; Ποιοι είναι οι δυνατοί συντακτικοί τύποι του A;

2 περιπτώσεις

- \* **111.** Αλκυλαλογονίδιο A μετατρέπεται στην αντίστοιχη οργανομαγνησιακή ένωση, η οποία στη συνέχεια αντιδρά με τη φορμαλδεΐδη. Το προϊόν αυτής της αντίδρασης υδρολύεται και παράγεται αλκοόλη B. Εξάλλου, 3 g μιας

146 / 333

αλκοόλης Γ, η οποία είναι  
ισομερής με τη Β, δίνουν με  
την επίδραση ιωδίου παρου-  
σία καυστικού νατρίου, 19,7 g  
κίτρινου στερεού. Ζητούνται  
οι συντακτικοί τύποι και τα  
ονόματα των ενώσεων Γ, Β  
και Α.



\* **112.** Κατά την καύση 6 g οργανικής ένωσης A, που έχει σχετική μοριακή μάζα ίση με 60 παράγονται 13,2 g CO<sub>2</sub> και 7,2 g H<sub>2</sub>O.

- α. Ποιος είναι ο μοριακός τύπος της A;
- β. Ποιοι είναι οι δυνατοί συντακτικοί τύποι της A, αν είναι γνωστό ότι αυτή αντιδρά με νάτριο; Ποια είναι η ένωση A, αν δίνεται ότι αυτή παράγει κίτρινο ίζημα, όταν αντιδρά με ιώδιο παρουσία καυστικού αλκαλίου;
- γ. Ποιος όγκος διαλύματος υπερμαγγανικού καλίου 0,2 M, οξεισμένου με H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, απαιτείται για την οξείδωση 12 g της A;



- δ. Αν αναμιχτούν 60 g της Α με 1 mol οξικού οξέος, πόσα mol εστέρα θα παραχθούν; Ποια θα είναι η απόδοση της αντίδρασης; Η σταθερά ισορροπίας για την εστεροποίηση ισούται με 4.
- ε. Πώς μπορεί να παρασκευαστεί η Α από το ακετυλένιο; Πώς θα παρασκευάσουμε την Α με τη μέθοδο των αντιδραστηρίων Grignard;



γ. 0,4 L, δ. 66,67%

**\*\* 113.** Κορεσμένη οργανική ένωση Α έχει σχετική μοριακή μάζα ίση με 88 και περιέχει στο μόριό της μόνο άνθρακα, υδρογόνο και οξυγόνο.

α. Ποιος είναι ο μοριακός τύπος της Α, αν είναι γνωστό ότι στο μόριό της περιέχονται δύο άτομα οξυγόνου και τα άτομα του υδρογόνου είναι διπλάσια από τα άτομα του άνθρακα;

β. Να γράψετε όλες τις (κορεσμένες) ενώσεις με τον πιο πάνω μοριακό τύπο.



- γ. Η Α υδρολύεται, οπότε παράγεται ένα οξύ Β και μια αλκοόλη Γ. Το οξύ αυτό μπορεί να αποχρωματίσει το οξιμένο διάλυμα του διχρωμικού καλίου, ενώ η αλκοόλη μπορεί να δώσει κίτρινο ίζημα, αν αντιδράσει με ιώδιο στις κατάλληλες συνθήκες. Ποια είναι η ένωση Α;
- δ. Πώς μπορεί να παρασκευασθεί η Α από το αιθυλένιο;

# Απαντήσεις στις ασκήσεις πολλαπλής επιλογής και σωστού-λάθους

**41.** όχι

**43.** α.  $180^\circ$ , β.  $120^\circ$ , γ.  $109,5^\circ$

**47.** α. Σ, β. Σ, γ. Λ, δ. Λ

**49.**  $\delta > \alpha > \gamma > \beta$

**51.** α. και δ.

**53.**

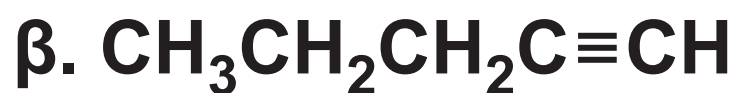
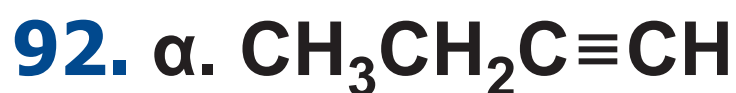
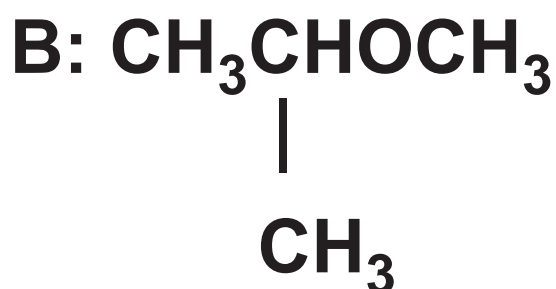
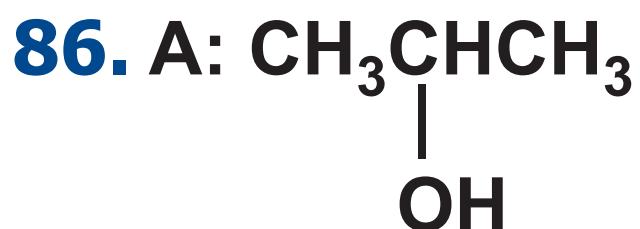
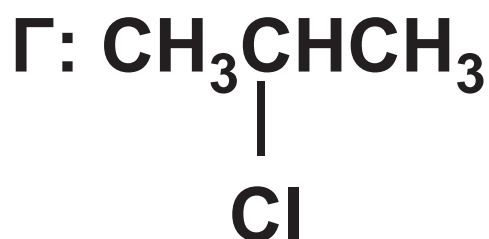
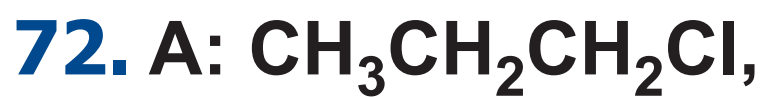
**57.** α. Σ, β. Λ, γ. Σ, δ. Σ

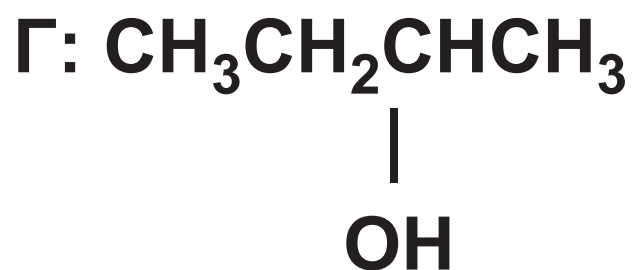
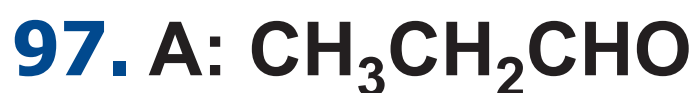
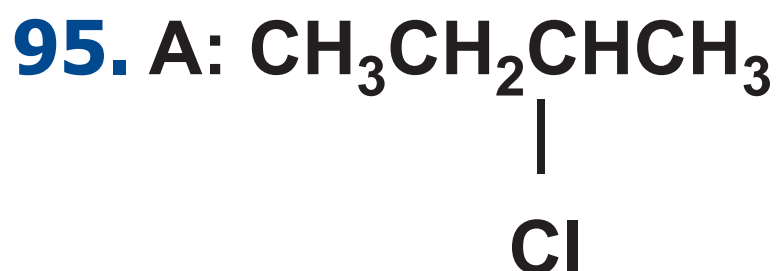
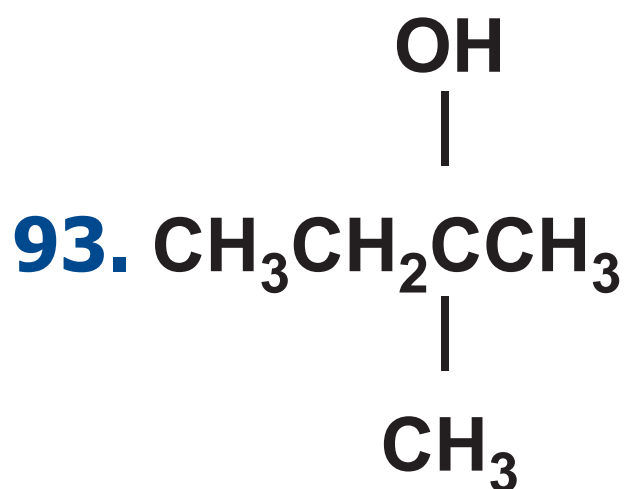
**61.** Α(2) Γ(2) Δ(4) Ε(3)

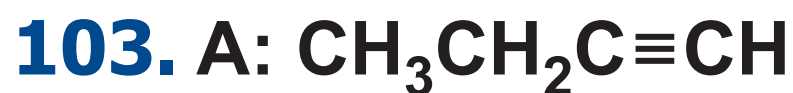
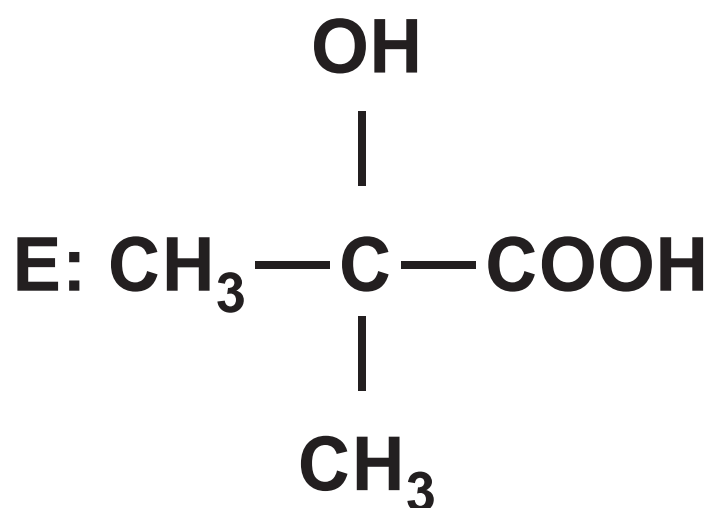
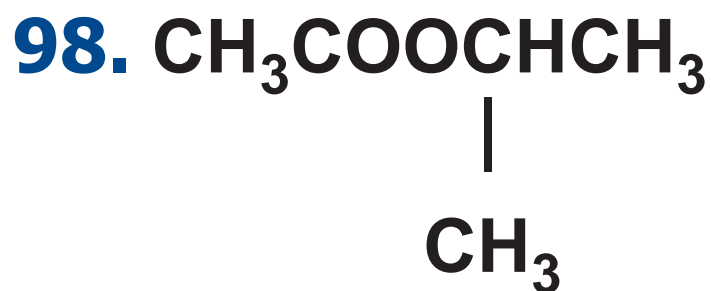
**67.** Α:  $\text{CH}_3\text{CH}=\text{CH}_2$

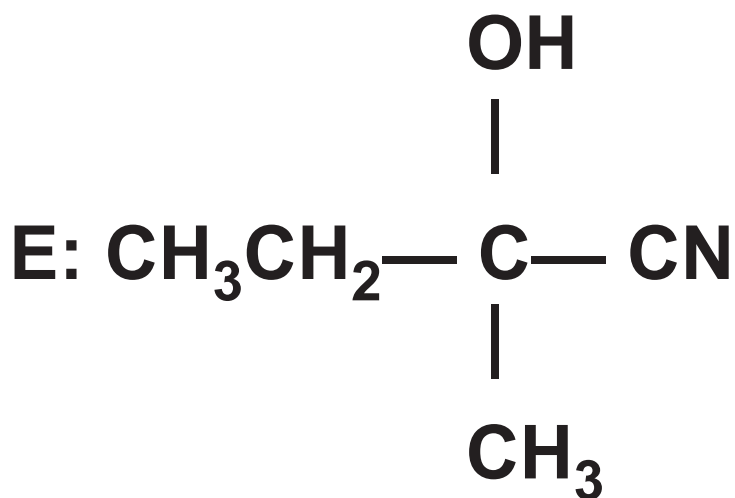
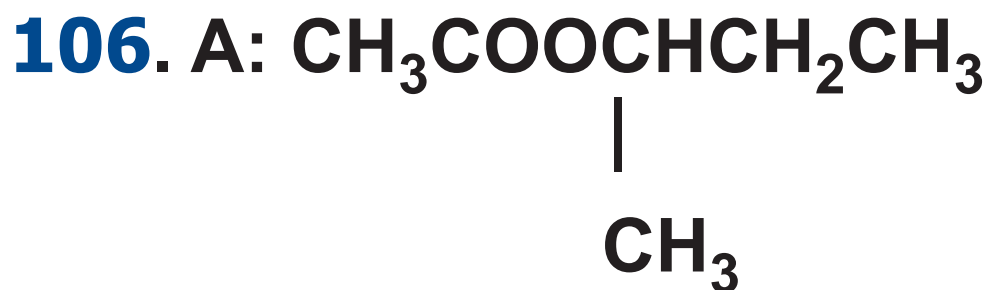
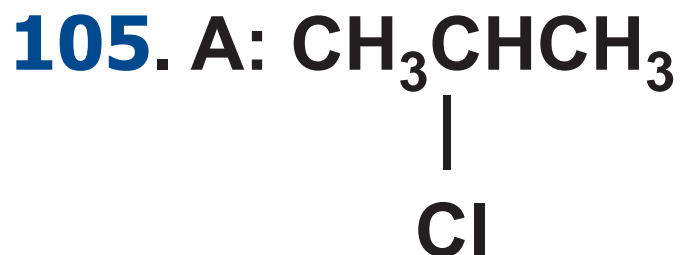
Β:  $\text{CH}_2=\text{CH}_2$

**69.** Α:  $\text{CH}_3\text{CHO}$ , Γ:  $\text{HCHO}$

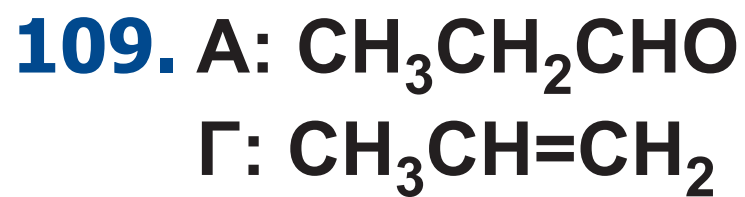
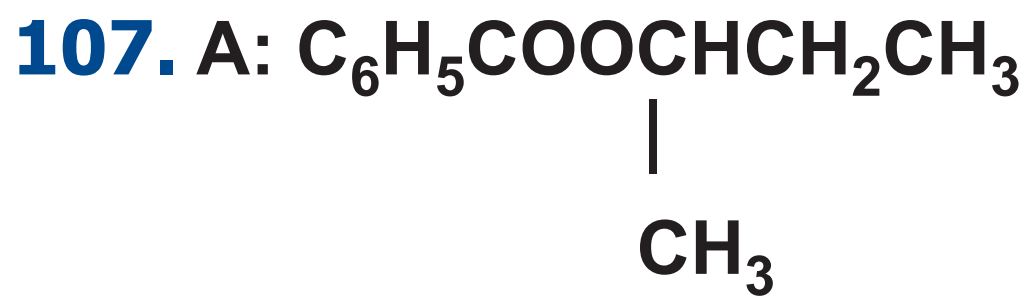














## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ 10ου ΤΟΜΟΥ

<b>7.4</b>	<b>Οργανικές συνθέσεις -</b>	
	<b>Διακρίσεις.....</b>	<b>5</b>
	<b>Γνωρίζεις ότι:</b>	
	<b>«Οπτική ισομέρεια D</b>	
	<b>και L συμβολισμοί».....</b>	<b>71</b>
	<b>Ανακεφαλαίωση -</b>	
	<b>Λέξεις κλειδιά.....</b>	<b>78</b>
	<b>Ερωτήσεις - Ασκήσεις -</b>	
	<b>Προβλήματα .....</b>	<b>91</b>

**Βάσει του ν. 3966/2011 τα διδακτικά βιβλία του Δημοτικού, του Γυμνασίου, του Λυκείου, των ΕΠΑ.Λ. και των ΕΠΑ.Σ. τυπώνονται από το ΙΤΥΕ - ΔΙΟΦΑΝΤΟΣ και διανέμονται δωρεάν στα Δημόσια Σχολεία. Τα βιβλία μπορεί να διατίθενται προς πώληση, όταν φέρουν στη δεξιά κάτω γωνία του εμπροσθόφυλλου ένδειξη «ΔΙΑΤΙΘΕΤΑΙ ΜΕ ΤΙΜΗ ΠΩΛΗΣΗΣ». Κάθε αντίτυπο που διατίθεται προς πώληση και δεν φέρει την παραπάνω ένδειξη θεωρείται κλεψίτυπο και ο παραβάτης διώκεται σύμφωνα με τις διατάξεις του άρθρου 7 του νόμου 1129 της 15/21 Μαρτίου 1946 (ΦΕΚ 1946,108, Α').**

**Απαγορεύεται η αναπαραγωγή οποιουδήποτε τμήματος αυτού του βιβλίου, που καλύπτεται από δικαιώματα (copyright), ή η χρήση του σε οποιαδήποτε μορφή, χωρίς τη γραπτή άδεια του Υπουργείου Παιδείας, Έρευνας και Θρησκευμάτων / ΙΤΥΕ - ΔΙΟΦΑΝΤΟΣ.**