

ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ ΚΑΙ ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ
ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ ΑΝΩΤΕΡΗΣ ΚΑΙ ΑΝΩΤΑΤΗΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ
ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΕΞΕΤΑΣΕΩΝ

ΠΑΓΚΥΠΡΙΕΣ ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ 2019

Μάθημα: Χημεία

Ημερομηνία και ώρα εξέτασης: Παρασκευή, 7 Ιουνίου, 2019

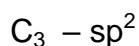
8:00 – 11:00

ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΕΣ ΛΥΣΕΙΣ

ΜΕΡΟΣ Α΄: Ερωτήσεις 1 – 10

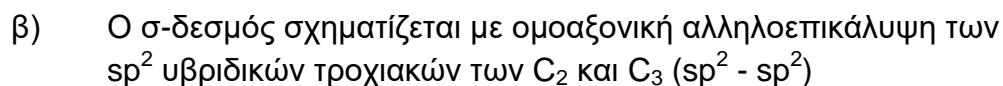
Να απαντήσετε σε όλες τις ερωτήσεις 1- 10.
Κάθε ερώτηση βαθμολογείται με 5 μονάδες.

Ερώτηση 1



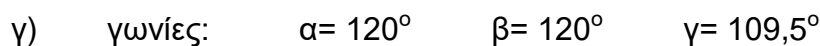
Ο υβριδισμός sp^2 σχηματίζεται μετά από ανάμιξη του 2s-τροχιακού με δύο από τα 2p-τροχιακά, οπότε προκύπτουν τρία νέα ισοδύναμα υβριδικά τροχιακά sp^2 .

1,5μον



Ο π-δεσμός σχηματίζεται με πλευρική αλληλοεπικάλυψη των 2p- τροχιακών των δύο ατόμων άνθρακα.

2μον



1,5μον

Ερώτηση 2

α) Σ.Τ. Α $\text{HC}\equiv\text{CCH}_2\text{CHO}$

Σ.Τ. Β $\text{CH}_3\text{COC}\equiv\text{CH}$

2 μον

β) (i) $\text{HC}\equiv\text{CCH}_2\text{COO}^-$

(ii) $\text{AgC}\equiv\text{CCH}_2\text{COO}^-$

(iii) $\text{CH}_3\text{COC}\equiv\text{CAg}$

2 μον

γ) (i) Στο γαλάζιο διάλυμα καταβυθίζεται κεραμέρυθρο ίζημα

(ii) Στο άχρωμο διάλυμα καταβυθίζεται λευκοκίτρινο ίζημα

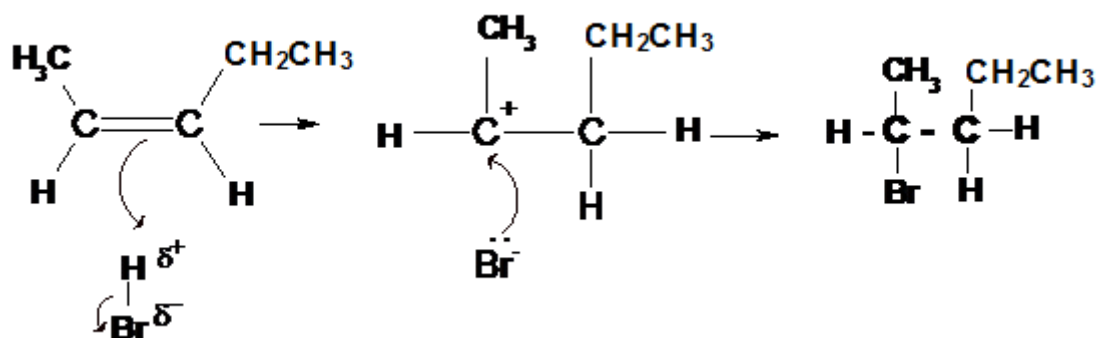
1 μον

Ερώτηση 3

α) ετερολυτική ηλεκτρονιόφιλη προσθήκη

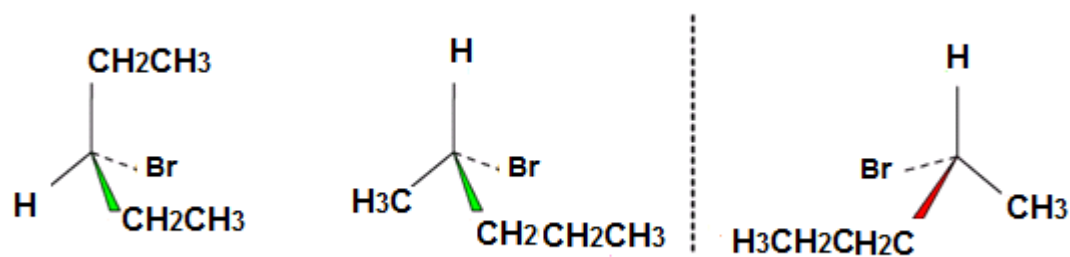
0,5 μον

β)



3 μον

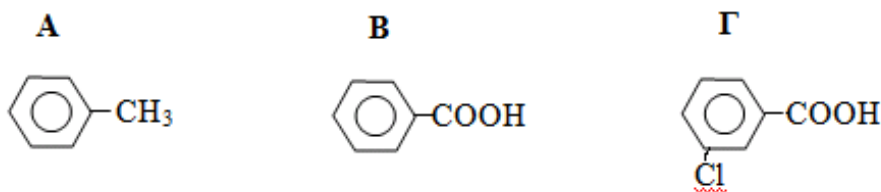
γ)



1,5 μον

Ερώτηση 4

α) (i)



(ii) Είδος αντίδρασης 2: Οξειδοαναγωγική / οξείδωση πλευρικής αλυσίδας

Είδος αντίδρασης 3: Υποκατάσταση (ηλεκτρονιόφιλη αρωματική)

(iii) $\text{H}_2\text{SO}_4 / \theta$

3 μον

β) Η ομάδα $-\text{COOH}$ είναι δέκτης ηλεκτρονίων, μειώνει την ηλεκτρονιακή πυκνότητα του αρωματικού πυρήνα και τον απενεργοποιεί. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα τη δυσκολότερη προσβολή στον πυρήνα από το ηλεκτρονιόφιλο αντιδραστήριο και την ελάττωση της ταχύτητας της αντίδρασης.

2μον

Ερώτηση 5

α) (i) A: Θειικός χαλκός (II)

B: Αιθίνιο / Ακετυλένιο

(ii) Στο γαλάζιο διάλυμα σχηματίζεται μαύρο ίζημα

1,5μον

β) (i) Δοκιμή 1: Το αέριο αναφλέγεται άμεσα και καίγεται με αιθαλίζουσα φλόγα

Δοκιμή 2: Αποχρωματισμός του πορτοκαλόχρωμου διαλύματος

(ii) Δοκιμή 1: Εύφλεκτο αέριο με μεγάλο ποσοστό άνθρακα σε σχέση με το υδρογόνο. Ατελής καύση.

Δοκιμή 2: Ύπαρξη πολλαπλού δεσμού.

2,5μον

γ) Το μίγμα αιθινίου και αέρα είναι εκρηκτικό.

1μον

Ερώτηση 6

α) (i) Σ.Τ. $\text{CH}_3\text{CH}(\text{CH}_3)\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}$

(ii) 3-μεθυλοβουταν-1-όλη

1μον

β) (i) Χρησιμοποίησε κάθετο ψυκτήρα, αντί για πλάγιο.

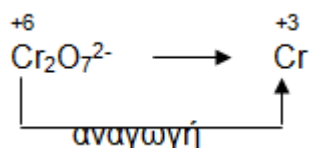
(ii) Με τη χρήση κάθετου ψυκτήρα γίνεται επαναροή της αλδεύδης με αποτέλεσμα η αλδεύδη να επιστρέφει στο δοχείο αντίδρασης και να οξειδώνεται περαιτέρω προς καρβοξυλικό οξύ. Με πλάγιο ψυκτήρα απομακρύνεται η αλδεύδη.

2,5μον

γ) Το πορτοκαλόχρωμο διάλυμα μετατρέπεται σε πράσινο.

0,5μον

δ)



1μον

Ερώτηση 7

α) Λανθασμένη

Παρόλο που στο φάσμα $^1\text{H-NMR}$ εμφανίζουν τον ίδιο αριθμό κορυφών διαφέρει ο παράγοντας ολοκλήρωσής τους. Ο παράγοντας ολοκλήρωσης της προπανάλης αντιστοιχεί σε 3:2:1 και της βουτανόνης 3:2:3.

1,5μον

Ή

Παρόλο που στο φάσμα $^1\text{H-NMR}$ εμφανίζουν τον ίδιο αριθμό κορυφών η χημική μετατόπιση του πρωτονίου της αλδεύδης (9 – 10 ppm), θα απουσιάζει στην κετόνη.

β) Λανθασμένη

Το 1-βρωμοβουτάνιο δεν είναι η μόνη πιθανή επιλογή ευθύγραμμου βρωμοαλκανίου που δίνει αλκοόλη, η οποία είναι οπτικά ανενεργή. Αν το Α είναι το 2-βρωμοβουτάνιο σε μορφή ισομοριακού μίγματος των δύο οπτικών αντιπόδων του, ανεξαρτήτως μηχανισμού υποκατάστασης του βρωμίου από υδροξύλιο, το προϊόν θα είναι ρακεμικό μίγμα και επομένως οπτικώς ανενεργό.

1,5μον

γ) Ορθή

Στο στάδιο του τερματισμού οι δύο ελεύθερες $(\text{CH}_3)_3\text{C}\dot{\text{C}}\text{H}_2$ ρίζες αντιδρούν μεταξύ τους και σχηματίζεται το 2,2,5,5-τετραμεθυλοεξάνιο.

2 μον

Ερώτηση 8

α) Οξύ X

0,06 mol οξύ X 1000 mL

$x_1 = 6 \cdot 10^{-4}$ mol 10 mL

Αφού 1 mol μονοκαρβοξυλικού οργανικού οξέος X \rightarrow 1 mol KOH

$6 \cdot 10^{-4}$ mol $x_2 = 6 \cdot 10^{-4}$ mol

0,05 mol KOH 1000 mL

$6 \cdot 10^{-4}$ mol $x_3 = 12$ mL

Άρα ο ισοδύναμος όγκος είναι 12 mL αντί για 8,5 mL

$$pK_{\text{ox}} = 2,83$$

$$K_{\text{ox}} = 10^{-pK_{\text{ox}}} = 10^{-2,83}$$

$$[\text{H}^+]^2 = K_{\text{ox}} \cdot C_{\text{ox}} = 10^{-2,83} \cdot 0,06$$

$$[\text{H}^+] = 9,42 \cdot 10^{-3} \text{ M}$$

$$pH = -\log [\text{H}^+] = -\log(9,42 \cdot 10^{-3})$$

$$pH = 2,02$$

Συνεπώς η αρχική τιμή του pH είναι χαμηλότερη από όσο εμφανίζεται στην καμπύλη.

3,5 μον

β) Δείκτης Δ_1 : ζώνη εκτροπής 4 - 6

Δείκτης Δ_2 : ζώνη εκτροπής 7,5 - 9,5

Ο καταλληλότερος δείκτης είναι ο Δ_2 .

Η ζώνη εκτροπής του δείκτη εμπίπτει στη ζώνη εξουδετέρωσης

1,5 μον

Ερώτηση 9

α) (i) Από το φάσμα IR :

- Ισχυρή ευρεία κορυφή σε κυματαριθμό 3600-3200 cm^{-1} υποδηλώνει την παρουσία αλκοολικού O-H.
- Ισχυρή κορυφή σε κυματαριθμό 1820-1670 cm^{-1} υποδηλώνει την παρουσία C=O.

(ii) Αφού 1 mol της ένωσης X αντιδρά με I_2/NaOH και δίνει 2 mol CHI_3 συνεπάγεται, ότι και οι δύο λειτουργικές ομάδες αντιδρούν. Άρα οι δύο λειτουργικές ομάδες περιέχουν τις δομές:

$\text{CH}_3\text{CO}-$ και

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

Σ.Τ. X $\text{CH}_3\text{CH}(\text{OH})\text{COCH}_3$

3,5μον

β) (i) Αντιδραστήριο A: PCl_5

(ii) Σ.Τ. Ψ: $\text{CH}_3\text{CHClCCl}_2\text{CH}_3$

1,5μον

Ερώτηση 10

α) (i) Βουταν-1-όλη \longrightarrow B_3

(ii) Αιθανικός μεθυλεστέρας \longrightarrow Δ_2

(iii) Αιθανικό οξύ \longrightarrow A_2

(iv) Προπανάλη \longrightarrow Γ_2

4μον

β) Διαμοριακές δυνάμεις διασποράς και διπόλου - διπόλου

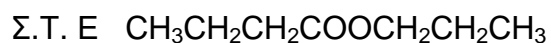
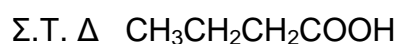
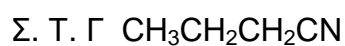
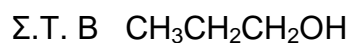
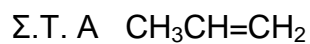
1μον

ΜΕΡΟΣ Β΄: Ερωτήσεις 11 – 15

Να απαντήσετε σε όλες τις ερωτήσεις 11 - 15.
Κάθε ερώτηση βαθμολογείται με **10 μονάδες**.

Ερώτηση 11

α)



5μον

β)

(i) Από μετατροπή 1:

1 mol $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{I}$ παράγει 22,4 L αερίου Α

X=0,3 mol 6,72 L αερίου Α

Συνολική ποσότητα $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{I}$: 3 x 0,3 mol = 0,9 mol

Mr ($\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{I}$) = 170

1 mol $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{I}$ 170 g

0,9 mol x = 153 g

Συνολική μάζα $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{I}$ = 153 g

(ii) Από Μετατροπή 2:

1 mol $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{I}$ παράγει 1 mol αλκοόλης Β

0,3 mol $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{I}$ παράγει x=0,3 mol αλκοόλης Β

Από Μετατροπές 3 και 4 προκύπτει ότι:

1 mol $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{I}$ παράγει 1 mol οξέος Δ

0,3 mol $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{I}$ παράγει $x=0,3$ mol οξέος Δ

Από Μετατροπή 5

1 mol B (αλκοόλη) αντιδρά με 1 mol Δ (οξύ) και παράγει 1 mol εστέρα E

0,3 mol B (αλκοόλη) αντιδρά με 0,3 mol Δ (οξύ) και παράγει $x=0,3$ mol εστέρα E

M_r (εστέρα)= 130

Αναμενόμενη μάζα E για 100% εστεροποίησης = 0,3 mol \times 130=39 g

Απόδοση εστεροποίησης= $(14,35/ 39)\times 100= 36,8\%$

5μον

Ερώτηση 12

α) (I)

A: $\text{CH}_3\text{C}\equiv\text{CH}$

(II)

1: δ: $\text{HgSO}_4/\text{H}_2\text{SO}_4/\text{H}_2\text{O}/\theta$

2: γ: στερεό PCl_5

3: β: $\text{KCN}/\text{αιθανόλη}/\theta$

4: ε: $\text{HCl}/\text{H}_2\text{O}/\theta$

β)

B: CH_3COCH_3

Γ: $\text{CH}_3\text{CCl}_2\text{CH}_3$

Δ: $\text{CH}_3\text{C}(\text{CN})_2\text{CH}_3$

γ) LiAlH_4

δ) Σ.Τ. της ένωσης Z $\text{HOCH}_2\text{C}(\text{CH}_3)_2\text{CH}_2\text{OH}$

5μον

3μον

1μον

1μον

Ερώτηση 13

α)

Η ένωση Α διαλύεται στο νερό και δίνει ουδέτερο διάλυμα → αλκοόλη ή αλδεύδη (δεν είναι οξύ)

Η ένωση Α είναι ουδέτερη και αντιδρά με νάτριο έχει αλκοολικό υδροξύλιο.

Η ένωση Β είναι προϊόν οξειδωσης της ένωσης Α με $\text{KMnO}_4 / \text{H}_2\text{SO}_4 / \theta$ και είναι ουδέτερη → είναι κετόνη (αποκλεισμός καρβοξυλικού οξέος)

Επειδή η Β είναι κετόνη τότε η ένωση Α περιέχει $-\text{OH}$ σε 2° άτομο άνθρακα

Υπολογισμός αριθμού mol KMnO_4

0,125 mol 1000 mL διαλύματος KMnO_4

$X=0,0025$ mol 20 mL διαλύματος

Στοιχειομετρία Οξειδωσης:

5 mol αλκοόλης αντιδρούν με 2 mol KMnO_4

$X=0,00625$ mol αλκοόλης αντιδρούν με 0,0025 mol KMnO_4

0,00625 mol A ζυγίζει 0,4625 g

1 mol ζυγίζει $x=74$ g

Άρα $M_r=74$

Γ.Μ.Τ.: $\text{C}_v\text{H}_{2v+2}\text{O}$

$14v+18=74$ προκύπτει $v=4$

Σ.Τ. Α: $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}(\text{OH})\text{CH}_3$

Σ.Τ. Β: $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COCH}_3$

Σ.Τ. Γ: $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}(\text{CH}_3)\text{ONa}$

6,5μον

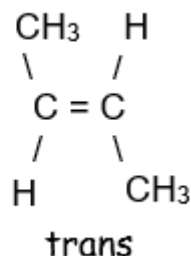
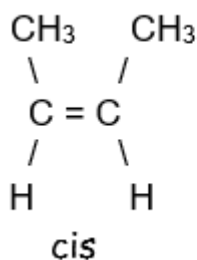
β) $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}(\text{CH}_3)\text{O}^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}(\text{CH}_3)\text{OH} + \text{OH}^-$

Το αλκοξειδίο του νατρίου λειτουργεί ως πρωτονιοδέκτης → βάση κατά Bronsted-Lowry, αυξάνοντας τη συγκέντρωση των OH^- (αύξηση pH σε 8,5)

2,5μον

γ)

στεreoχημικοί τύποι των cis και trans βουτ-2-ενίου



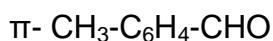
1μον

Ερώτηση 14

α)

δ (ppm)	Πολλαπλότητα	Παρ. ολοκληρ.	Συμπέρασμα/ Προτεινόμενη Δομή
2,2	απλή	3	$\text{CH}_3\text{-C-}$
7,2	διπλή	2	2 αρωμ. ισοδ. H με 1 γειτονικό H
7,9	διπλή	2	2 αρωμ. ισοδ. H με 1 γειτονικό H
10,0	απλή	1	C-CHO

Προκύπτει ότι η αρωματική ένωση είναι διϋποκατεστημένη σε θέσεις 1,4 (παρα),
άρα η δομή της A είναι :



Η A αντιδρά με πυκνό υδατικό διάλυμα NaOH και δίνει δύο προϊόντα, το οποίο υποδηλώνει αντίδραση Cannizzaro (επιβεβαιώνεται στο τέλος από τη μάζα του Δ που δίνεται).

Το μίγμα της αντίδρασης περιέχει προϊόντα Β και Γ καθώς και εναπομείναν αντιδρών Α. Από αυτά μόνο το Α περιέχει αλδεϋδομάδα και μπορεί να αντιδράσει με 2,4-ΔΝΦΥ.

Η ένωση Β έχει χαμηλότερο σ.ζ. από την ένωση Γ, άρα η ένωση Β είναι η αλκοόλη που παράγεται στην Cannizzaro.

Δομή της Β: $\text{π-CH}_3\text{-C}_6\text{H}_4\text{-CH}_2\text{OH}$

Η ένωση Γ είναι άλας καρβοξυλικού οξέος

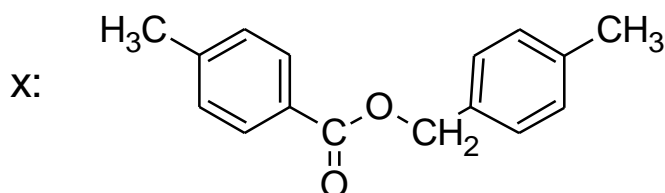
με δομή $\text{π-CH}_3\text{-C}_6\text{H}_4\text{-COONa}$

Η ένωση Δ προέκυψε από πρωτονίωση της ένωσης Γ,

άρα η ένωση Δ έχει δομή $\text{π-CH}_3\text{-C}_6\text{H}_4\text{-COOH}$

5,5 μον

β) Δομή της ένωσης Χ:



1μον

γ)

Επιβεβαίωση πορείας Cannizzaro

Στο Στάδιο Ι, η ένωση Α μετατρέπεται κατά 45% σε προϊόντα

2 mol της ένωσης Α (Cannizzaro) δίνουν 1 mol της ένωσης Β και 1 mol της Γ (1)

1 mol της ένωσης Γ δίνει με πρωτονίωση 1 mol της ένωσης Δ (2)

Από δηλώσεις (1) και (2) προκύπτει ότι 2 mol της ένωσης Α

αναμένεται να δώσουν 1 mol της ένωσης Δ

Ποσότητα της ένωσης Α που μετατράπηκε στην ένωση Δ:

$45\% \times 0,02 \text{ mol} = 0,0090 \text{ mol}$

2 mol της ένωσης Α αναμένεται να δώσουν 1 mol της ένωσης Δ

0,0090 mol της ένωσης Α αναμένεται να δώσουν $x=0,0045 \text{ mol}$ της ένωσης Δ

$M_{r\Delta}=136$

Ποσότητα της ένωσης Δ που αναμένεται με βάση πορεία Cannizzaro:

$0,0045 \text{ mol} \times 136 = 0,612 \text{ g } \Delta$ άρα επαληθεύεται

Ποσοστό της Α που μετατράπηκε σε ίζημα με 2,4-ΔΝΦΥ:

$100 - 45 = 55\%$

3,5μον

Ερώτηση 15

α) (i) Αφρισμός / ή φυσαλίδες (άχρωμου) αερίου

(ii) Όταν διοχετευθεί σε διαυγές ασβεστόνερο αυτό θολώνει / ή καταβύθιση λευκού ιζήματος

1μον

β)

Η οργανική ένωση Χ παράγει τρία προϊόντα άρα έχει 2 πολλαπλούς δεσμούς.

Η οργανική ένωση Α δίνει ιωδοφορμική αντίδραση άρα μπορεί να έχει τα δομικά $\text{CH}_3\text{CO}-$ ή $\text{CH}_3\text{CH}(\text{OH})-$.

Αφού η οργανική ένωση Α είναι προϊόν οξειδωσης περιέχει το δομικό τμήμα $\text{CH}_3\text{CO}-$ και όχι το δομικό τμήμα $\text{CH}_3\text{CH}(\text{OH})$ και αποτελείται από τουλάχιστον τρία άτομα άνθρακα

Η οργανική ένωση Β είναι πτητική άρα πρέπει να αναπτύσσονται ασθενείς διαμοριακές δυνάμεις έλξης μεταξύ των μορίων της.

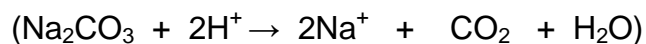
Αφού προϊόν οξειδωσης και πτητική τότε πρόκειται για κατώτερη κετόνη (χωρίς άλλες ισχυρά πολωμένες ομάδες).

Η οργανική ένωση Β1, αφού είναι προϊόν αναγωγής της κετόνης Β, είναι το απλούστερο μέλος της ομόλογης σειράς της και έχει ασύμμετρο άτομο άνθρακα θα πει ότι πρόκειται για δευτεροταγή αλκοόλη, που παρουσιάζει οπτική ισομέρεια και έχει όσο το δυνατό λιγότερους άνθρακες.

Σ.Τ. Β1 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}(\text{OH})\text{CH}_3$

Σ.Τ. Β $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COCH}_3$

Για την οργανική ένωση Γ:



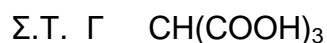
1 mol Na_2CO_3 αντιδρά με 2 mol H^+ / $-\text{COOH}$

0,75 mol Na_2CO_3 αντιδρά με $x=1,5$ mol H^+

0,5 mol της ένωσης Γ δίνει 1,5 mol H^+ άρα η Γ είναι τρικαρβοξυλικό οξύ

Το φάσμα $^1\text{H-NMR}$ της ένωσης Γ εμφανίζει μόνο δύο κορυφές, άρα δύο είδη πρωτονίων.

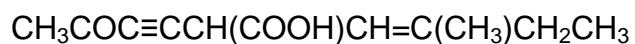
Από το δομικό τμήμα $-\text{C}(\text{COOH})_3$ προκύπτει ότι η μια κορυφή οφείλεται στα τρία άτομα του υδρογόνου των τριών καρβοξυλίων και η δεύτερη κορυφή προέρχεται από τον τέταρτο υποκαταστάτη, ο οποίος είναι το υδρογόνο.



Έχουν ήδη προσδιοριστεί ότι οι ενώσεις Β και Γ περιέχουν συνολικά 8 άτομα άνθρακα, άρα το Α πρέπει να περιέχει 3 άτομα άνθρακα



Από τα παραπάνω συμπεραίνεται ότι ο Σ.Τ. της ένωσης Χ:



9μον

ή

