

ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ, ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ, ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ ΚΑΙ ΝΕΟΛΑΙΑΣ

ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ ΑΝΩΤΕΡΗΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ
ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΕΞΕΤΑΣΕΩΝ

ΠΑΓΚΥΠΡΙΕΣ ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ 2020

Μάθημα: Χημεία (19)

Ημερομηνία και ώρα εξέτασης: Παρασκευή, 26 Ιουνίου, 2020

8:00 – 11:00 π.μ.

ΤΟ ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΟ ΔΟΚΙΜΙΟ ΑΠΟΤΕΛΕΙΤΑΙ ΑΠΟ 9 ΣΕΛΙΔΕΣ
ΝΑ ΑΠΑΝΤΗΘΟΥΝ ΚΑΙ ΤΑ ΔΥΟ ΜΕΡΗ Α΄ ΚΑΙ Β΄ ΤΟΥ ΔΟΚΙΜΙΟΥ
Στο τέλος του εξεταστικού δοκιμίου επισυνάπτεται Παράρτημα με
Πίνακα Απορροφήσεων IR, Πίνακα Χημικών Μετατοπίσεων $^1\text{H-NMR}$ και
Περιοδικό Πίνακα

ΜΕΡΟΣ Α΄: Ερωτήσεις 1 έως 10

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

Ερώτηση 1

Να γράψετε τον συντακτικό τύπο (Σ.Τ.) του οργανικού προϊόντος του βουτ-1-ινίου, που προκύπτει με την πραγματοποίηση των πιο κάτω αντιδράσεων:

- α) Ισχυρής οξειδωσης
- β) Πλήρους υδρογόνωσης
- γ) Πλήρους βρωμίωσης
- δ) Ενουδάτωσης
- ε) Κατεργασίας με διάλυμα αργυροδιαμίνης

Ερώτηση 2

Δίνονται οι οργανικές ενώσεις (I) έως (III) με ίδια ή παραπλήσια μοριακή μάζα:

- (I) βουταν-1-όλη
- (II) βουτανάλη
- (III) πεντάνιο

α) Να τις κατατάξετε κατά σειρά αυξανόμενης πτητικότητας.

β) Να δικαιολογήσετε την απάντησή σας στο ερώτημα (α), με αναφορά στις διαμοριακές δυνάμεις που αναπτύσσονται μεταξύ των μορίων της κάθε οργανικής ένωσης.

Ερώτηση 3

Δίνονται τα πιο κάτω ζεύγη οργανικών ενώσεων (I) έως (V):

- (I) αιθένιο και αιθίνιο
- (II) προπαν-1-όλη και 2-υδροξυπροπανικό οξύ
- (III) προπαν-2-όλη και 2-μεθυλοβουταν-2-όλη
- (IV) $C_6H_5CH_2OH$ και $C_6H_5C(CH_3)_3$
- (V) $C_6H_5CH_2CH_3$ και $C_6H_5CH=CH_2$

α) Να προτείνετε ένα αντιδραστήριο/συνθήκες, διαφορετικό για την κάθε περίπτωση, το οποίο θα επιτρέψει τη διάκριση μεταξύ των οργανικών ενώσεων του κάθε ζεύγους.

β) Να γράψετε την παρατήρηση, στην οποία στηρίζεται η διάκριση των ενώσεων του κάθε ζεύγους, με βάση την απάντησή σας στο ερώτημα (α).

Ερώτηση 4

Για την οργανική ένωση Α δίνονται οι ακόλουθες πληροφορίες:

- Έχει εμπειρικό τύπο (E.T.) CH_2O .
- Με πλήρη καύση 0,12 mol της, σχηματίζονται 5,376 L CO_2 σε κανονικές συνθήκες.
- Αντιδρά με $NaOH_{(aq)}$ στις κατάλληλες συνθήκες.
- Δεν αντιδρά με μεταλλικό Na.

Να γράψετε για την ένωση Α:

α) τον μοριακό της τύπο (M.T.), καταγράφοντας τους σχετικούς υπολογισμούς,

β) τον συντακτικό της τύπο (Σ.Τ.),

- γ) μια χαρακτηριστική φυσική ιδιότητα των κατώτερων μελών της ομόλογης σειράς της,
δ) την αντίδραση παρασκευής της σε ένα (1) στάδιο από τα κατάλληλα αντιδραστήρια, δηλώνοντας και τις απαραίτητες συνθήκες.

Ερώτηση 5

Να αιτιολογήσετε την καθεμιά από τις ακόλουθες ορθές δηλώσεις (I) έως (IV):

- (I) Κατά τη μελέτη της επίδρασης μεταλλικού νατρίου σε αλκοόλη, οι δοκιμαστικοί σωλήνες που χρησιμοποιούνται πρέπει να είναι εντελώς στεγνοί.
(II) Η προσθήκη πενταχλωριούχου φωσφόρου σε αλκοόλη πρέπει να γίνεται σε εστία.
(III) Η 2-μεθυλοπροπαν-2-όλη μπορεί να διακριθεί από την ισομερή της, βουταν-1-όλη, με επίδραση Na, ξεχωριστά, σε δείγμα των ενώσεων.
(IV) Για τη μονοίτρωση του μεθυλοβενζολίου με πυκνό HNO₃, η παρουσία πυκνού ή ατμιζόντος θειικού οξέος είναι απαραίτητη.

Ερώτηση 6

Να χαρακτηρίσετε καθεμιά από τις πιο κάτω δηλώσεις ως Ορθή ή Λανθασμένη, αιτιολογώντας πλήρως τον χαρακτηρισμό σας στις δηλώσεις (β), (γ) και (δ) μόνο.

- α) Το βουτ-2-ένιο με πολυμερισμό δίνει ένωση η οποία εμφανίζει γεωμετρική ισομέρεια.
β) Το καθαρό οργανικό προϊόν της εξουδετέρωσης του βουτανικού οξέος με NaOH_(aq) αναμένεται να έχει ευρεία απορρόφηση μεταξύ 3300-2500 cm⁻¹ στο φάσμα υπερύθρου, IR.
γ) Το φάσμα ¹H-NMR του βενζολίου είναι ενδεικτικό της ύπαρξης ενός μόνο «είδους» υδρογόνου στο μόριό του.
δ) Εάν μια ένωση με Μ.Τ. C₅H₁₂O αντιδρά με αλκαλικό διάλυμα ιωδίου, τότε αντιδρά και αποχρωματίζει και το θερμό οξιτισμένο διάλυμα υπερμαγγανικού καλίου.

Ερώτηση 7

Τα πιο κάτω ερωτήματα αφορούν στην οργανική ένωση, εξ-1,3,5-τριένιο, CH₂=CHCH=CHCH=CH₂ :

- α) Να γράψετε τον αναλυτικό συντακτικό τύπο της ένωσης, δείχνοντας όλα τα άτομα και όλους τους δεσμούς.

β) Να γράψετε:

- (i) τον συνολικό αριθμό των σίγμα (σ) και τον συνολικό αριθμό των πι (π) δεσμών που περιέχονται στο μόριο της ένωσης,
- (ii) τον συνολικό αριθμό των σίγμα (σ) δεσμών, οι οποίοι προκύπτουν με επικάλυψη sp^2 -s τροχιακών,
- (iii) τους στερεοχημικούς τύπους των ισομερών της πιο πάνω οργανικής ένωσης, δηλώνοντας και το είδος της στερεοϊσομέρειας,
- (iv) τον αριθμό των κορυφών που αναμένονται στο φάσμα $^1\text{H-NMR}$ της ένωσης Β, η οποία προκύπτει με πλήρη υδρογόνωση του εξ-1,3,5-τριενίου στην παρουσία νικελίου (Ni).

Ερώτηση 8

Τα αντισηπτικά για τα χέρια διακρίνονται σε δύο κατηγορίες, τα μη αλκοολούχα και τα αλκοολούχα. Τα αλκοολούχα έχουν ως βάση τους μία κατώτερη αλκοόλη, όπως την αιθανόλη ($\rho_{\text{αιθανόλης}} = 0,8 \text{ g/mL}$).

Η δράση της αλκοόλης στον κορονοϊό SARS-COV2, βασίζεται στη δυνατότητα καταστροφής της πρωτεΐνης που περιβάλλει και προστατεύει τον ιό. Για να είναι αποτελεσματικό ένα αντισηπτικό κατά του SARS-COV2, θα πρέπει να έχει ελάχιστη περιεκτικότητα σε αλκοόλη 65% v/v και η διάρκεια πλύσης να είναι τουλάχιστον 40 δευτερόλεπτα.

Για την εύρεση της αποτελεσματικότητας ενός αντισηπτικού κατά του SARS-COV2, το οποίο περιέχει αιθανόλη, ακολουθήθηκε η πιο κάτω αναλυτική διαδικασία:

- Με κατάλληλη επεξεργασία, απομονώθηκε η αιθανόλη από 15 mL του αντισηπτικού και μεταφέρθηκε σε ογκομετρική φιάλη του ενός (1) λίτρου, όπου και αραιώθηκε με την προσθήκη αποσταγμένου νερού μέχρι την χαραγή (Διάλυμα Α).
- Μεταφέρθηκαν, με τη χρήση σιφωνίου, 20 mL από το διάλυμα Α σε κωνική φιάλη και προστέθηκαν σε αυτό 20 mL διαλύματος H_2SO_4 2 M.
- Ακολούθως, χρειάστηκαν για πλήρη αντίδραση υπό θέρμανση, 20,85 mL διαλύματος KMnO_4 0,15 M.

α) Να γράψετε τη χημική εξίσωση της αντίδρασης της αιθανόλης με διάλυμα KMnO_4 υπό θέρμανση, στην παρουσία H_2SO_4 .

β) Να διερευνήσετε, καταγράφοντας όλους τους απαραίτητους υπολογισμούς, κατά πόσο το συγκεκριμένο αντισηπτικό είναι κατάλληλο, με βάση την περιεκτικότητά του σε αιθανόλη, για χρήση κατά του SARS-COV2.

Ερώτηση 9

Για την εργαστηριακή παρασκευή της αρωματικής ένωσης Χ, προστέθηκε με προσοχή, το κατάλληλο ακυλοχλωρίδιο Α, RCOCl , σε σφαιρική φιάλη που περιέχει ψυχρό μίγμα βενζολίου και στερεού καταλύτη.

Στη συνέχεια, προσαρμόστηκε στη σφαιρική φιάλη κατακόρυφος ψυκτήρας και το μίγμα θερμάνθηκε για 40 περίπου λεπτά, στους $60\text{ }^\circ\text{C}$.

Όταν η αντίδραση ολοκληρώθηκε, το προϊόν Χ απομονώθηκε, και με κατάλληλη μέθοδο βρέθηκε να έχει μάζα κατά $71,79\%$ μεγαλύτερη από αυτή του βενζολίου.

α) Να υπολογίσετε τη σχετική μοριακή μάζα (M_r) της οργανικής ένωσης Χ.

β) Να προτείνετε, καταγράφοντας τους υπολογισμούς σας:

- (i) τον Σ.Τ. για το ακυλοχλωρίδιο Α και
- (ii) τον Σ.Τ. του οργανικού προϊόντος Χ.

γ) Να γράψετε:

- (i) τον χημικό τύπο ενός κατάλληλου καταλύτη που μπορεί να χρησιμοποιηθεί και
- (ii) τον συμπυκμένο συντακτικό τύπο του ηλεκτρονιόφιλου, το οποίο σχηματίζεται με την βοήθεια του καταλύτη.

Ερώτηση 10

Να γράψετε τον Σ.Τ. της κάθε οργανικής ένωσης E_1 έως E_5 , με βάση τα δεδομένα που δίνονται πιο κάτω:

- α) Η άκυκλη οργανική ένωση E_1 με Μ.Τ. C_5H_6 , όταν οξειδωθεί με διάλυμα KMnO_4 στις κατάλληλες συνθήκες, δίνει μόνο ένα οργανικό προϊόν, το E_2 με $M_r = 104$.
- β) Το αλκίνιο E_3 με 3° άτομο άνθρακα στο μόριό του, αντιδρά πλήρως με HBr και δίνει οργανικό προϊόν με περιεκτικότητα σε βρώμιο $69,565\%$ κ.μ. (% w/w).
- γ) Η κορεσμένη δισθενής αλκοόλη E_4 με εμπειρικό τύπο $\text{C}_2\text{H}_5\text{O}$, έχει φάσμα $^1\text{H-NMR}$ χαμηλής ανάλυσης με τρεις κορυφές. Το οργανικό προϊόν E_5 της πλήρους οξειδωσης της ένωσης E_4 , έχει M_r μεγαλύτερη κατά 28 μονάδες από την E_4 .

ΑΚΟΛΟΥΘΕΙ ΜΕΡΟΣ Β΄

ΜΕΡΟΣ Β΄: Ερωτήσεις 11 έως 15

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

Ερώτηση 11

Να δείξετε διαγραμματικά, καταγράφοντας τα ενδιάμεσα οργανικά προϊόντα και όλα τα απαραίτητα αντιδραστήρια και συνθήκες, πώς θα πραγματοποιήσετε τις πιο κάτω μετατροπές, λαμβάνοντας υπόψη τον περιορισμό στον αριθμό των σταδίων που αναγράφεται για την κάθε περίπτωση.

α) $(\text{CH}_3)_3\text{CBr}$ σε $(\text{CH}_3)_2\text{C}(\text{OH})\text{COOH}$ (σε τέσσερα στάδια)

β) Βενζόλιο σε $\mu\text{-CH}_3\text{CH}_2\text{-C}_6\text{H}_4\text{-COOCH}_2\text{CH}_3$ (σε τέσσερα στάδια)

Ερώτηση 12

Αφυδάτωση της 3-μεθυλοεξαν-3-όλης στις κατάλληλες συνθήκες, δίνει τρία (3) συντακτικά ισομερή, ένα εκ των οποίων είναι το 3-μεθυλοεξ-3-ένιο. Στη συνέχεια, το 3-μεθυλοεξ-3-ένιο υποβάλλεται σε κατεργασία με υδροβρώμιο και δίνει ως προϊόν την οργανική ένωση Β.

α) Για τα δύο (2) άλλα οργανικά προϊόντα αφυδάτωσης της 3-μεθυλοεξαν-3-όλης:

(i) Να γράψετε τους συντακτικούς τύπους.

(ii) Να τα ονομάσετε.

β) Για την αντίδραση του 3-μεθυλοεξ-3-ενίου με HBr :

(i) Να γράψετε τον Σ.Τ. του προϊόντος Β.

(ii) Να ονομάσετε τον μηχανισμό που ακολουθείται.

(iii) Να δείξετε τον μηχανισμό χρησιμοποιώντας τους κατάλληλους συντακτικούς τύπους και σύμβολα.

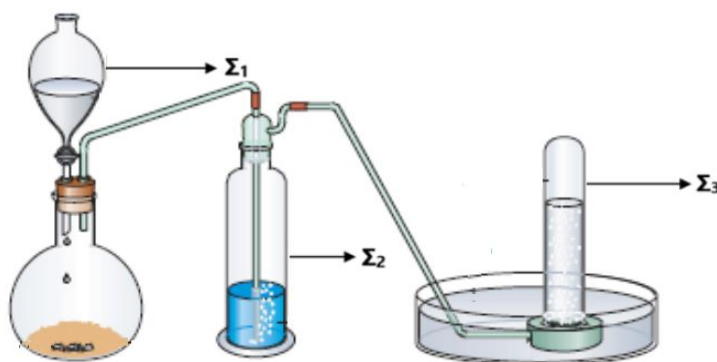
(iv) Να εξηγήσετε γιατί δίνει ως προϊόν την οργανική ένωση Β, με αναφορά στον μηχανισμό.

Ερώτηση 13

Το αιθίνιο ή ακετυλένιο, είναι μια πολύ σημαντική ένωση στη συνθετική χημεία. Η σπουδαιότητά του έγκειται και στη δυνατότητα παρασκευής του από ανόργανες ενώσεις, όπως το ανθρακικό ασβέστιο, με ενδιάμεσο το ανθρακασβέστιο. Σε αρκετές ασιατικές χώρες, το ανθρακασβέστιο και κατ' επέκταση το αιθίνιο, χρησιμοποιείται στην τεχνητή ωρίμανση φρούτων, όπως μπανάνες, μάνγκο κ.α., υποκαθιστώντας το αιθυλένιο, το οποίο είναι απαραίτητο για τη φυσική ωρίμανση.

Μελέτες έχουν δείξει ότι η χρήση ανθρακασβεστίου για τεχνητή ωρίμανση των φρούτων έχει σημαντικές επιπτώσεις στην υγεία, κυρίως από τις προσμίξεις που περιέχονται, όπως θείο, αρσενικό κ.α. και γι' αυτό η χρήση του έχει απαγορευθεί στην Ευρώπη.

Το αιθίνιο παρασκευάζεται εργαστηριακά από ανθρακασβέστιο με τη χρήση της πιο κάτω συσκευής:



A. Με αναφορά στη συσκευή εργαστηριακής παρασκευής του αιθινίου που δίνεται:

α) Να ονομάσετε:

- (i) τα όργανα της συσκευής τα οποία συμβολίζονται με Σ_1 και Σ_2 ,
- (ii) τη χημική ένωση που βρίσκεται υπό μορφή διαλύματος στο όργανο Σ_2 της συσκευής.

β) Να εξηγήσετε:

- (i) γιατί η ροή του αντιδραστηρίου που βρίσκεται στο όργανο Σ_1 ρυθμίζεται, έτσι ώστε η προσθήκη να γίνεται κατά σταγόνες,
- (ii) τον ρόλο του αντιδραστηρίου που βρίσκεται στο όργανο Σ_2 .

γ) Να γράψετε δύο (2) παρατηρήσεις που αναμένεται να γίνουν στη σφαιρική φιάλη κατά την πραγματοποίηση της αντίδρασης.

B. Για την εύρεση της % κ.μ. (% w/w) περιεκτικότητας σε ανθρακασβέστιο, ακάθαρτου δείγματος που είχαν στο εργαστήριο, ομάδα μαθητών στηρίχθηκε στην αντίδραση του δείγματος με το νερό σε εργαστηριακή συσκευή όπως αυτή που δίνεται πιο πάνω. Στην συνέχεια έγινε ποσοτικός προσδιορισμός του παραγόμενου αιθινίου με διάλυμα βρωμίου.

Να υπολογίσετε την % κ.μ. (% w/w) περιεκτικότητα του δείγματος σε ανθρακασβέστιο με βάση την πορεία που ακολουθήθηκε και τα αριθμητικά δεδομένα που δίνονται στα στάδια (I) έως (III):

- (I) Σε 12,5 g του ακάθαρτου δείγματος, προστέθηκε περίσσεια νερού. Η απόδοση της αντίδρασης ήταν 72%.
- (II) Όλο το παραγόμενο αιθίνιο συλλέχθηκε και διαλύθηκε σε CCl_4 , μέχρι τον συνολικό όγκο των 100 mL (διάλυμα A).
- (III) Ποσότητα 10 mL του διαλύματος A, αντέδρασε ποσοτικά με 14,4 mL διαλύματος Br_2 περιεκτικότητας 20% κ.ο. (% w/v).

Ερώτηση 14

Κατά την αντίδραση μονοβρωμίωσης του αλκανίου X, στην παρουσία υπεριώδους ακτινοβολίας, UV, παράχθηκαν δύο οργανικές ενώσεις, το κύριο προϊόν Ψ και το παραπροϊόν Ω. Τα προϊόντα Ψ και Ω έχουν διαφορετικό εμπειρικό τύπο. Φασματοσκοπική ανάλυση ^1H-NMR του παραπροϊόντος Ω, έδωσε τα πιο κάτω χαρακτηριστικά φάσματος:

Χημική μετατόπιση, δ (ppm)	Παράγοντας ολοκλήρωσης	Πολλαπλότητα
0,7	6	Τριπλή
0,9	6	Διπλή
1,3	4	Πενταπλή
1,5	2	Εξαπλή

Για το προϊόν Ψ, δίνεται επίσης ότι μπορεί να παραχθεί σε ένα μόνο στάδιο, τόσο με την επίδραση του αντιδραστήριου A_1 στην οργανική ένωση E_1 , όσο και με την επίδραση του αντιδραστήριου A_1 στην οργανική ένωση E_2 . Οι οργανικές ενώσεις E_1 και E_2 ανήκουν σε διαφορετικές ομόλογες σειρές.

α) Να γράψετε:

- (i) τους συντακτικούς τύπους των οργανικών ενώσεων X, Ψ και Ω, αιτιολογώντας την απάντησή σας με την αξιοποίηση όλων των δεδομένων.

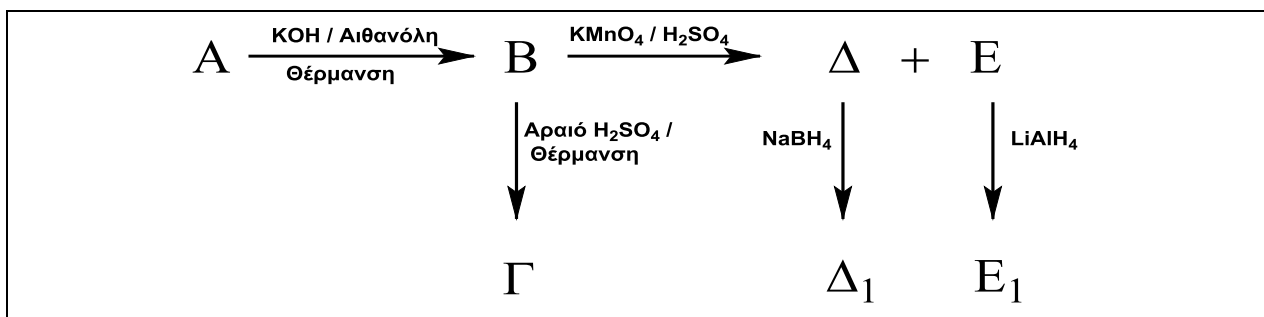
(ii) τις αντιδράσεις του σταδίου διάδοσης του μηχανισμού, που ακολουθείται κατά τη βρωμίωση της οργανικής ένωσης X, με τη χρήση των κατάλληλων χημικών τύπων και συμβολισμών.

β) Να γράψετε:

- (i) ένα πιθανό Σ.Τ. για την οργανική ένωση E₁,
- (ii) τον Σ.Τ. της οργανικής ένωσης E₂,
- (iii) τον χημικό τύπο του αντιδραστήριου A₁.

Ερώτηση 15

Άκυκλο μονοχλωροαλκάνιο A, υπόκειται στα πιο κάτω στάδια μετατροπών:



Δίνονται επίσης οι πιο κάτω πληροφορίες για τις ενώσεις A έως E, Δ₁ και E₁:

Οργανική ένωση	Χαρακτηριστικά
A	Δεν εμφανίζει στερεοϊσομέρεια
B	Δεν εμφανίζει στερεοϊσομέρεια
Γ	Δεν εμφανίζει στερεοϊσομέρεια και δεν ανάγει θερμό οξιτισμένο K ₂ Cr ₂ O ₇ (aq)
Δ	Έχει Mr κατά 28 μονάδες μεγαλύτερη από εκείνη της ένωσης E
Δ ₁	Με ιώδιο σε αλκαλικό περιβάλλον δεν δίνει κίτρινο ίζημα
E	Είναι η απλούστερη ένωση της ομόλογης σειράς στην οποία ανήκει
E ₁	Με ιώδιο σε αλκαλικό περιβάλλον δίνει κίτρινο ίζημα

Αξιοποιώντας όλα τα δεδομένα και καταγράφοντας τους συλλογισμούς σας:

- α) Να γράψετε τον συντακτικό τύπο για καθεμιά από τις ενώσεις B, Δ, E, Δ₁ και E₁.
- β) Να προτείνετε ένα πιθανό συντακτικό τύπο για καθεμιά από τις ενώσεις A και Γ.

- ΤΕΛΟΣ ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΟΥ ΔΟΚΙΜΙΟΥ -

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 1 : ΦΑΣΜΑΤΟΣΚΟΠΙΑ ΥΠΕΡΥΘΡΟΥ (IR)- Πίνακας Απορροφήσεων

Χαρακτηριστική Ομάδα	Είδος Δόνησης	Απορρόφηση / (cm ⁻¹)		Μορφή
ΑΛΚΑΝΙΑ				
-C-H	έκτασης	3000 - 2850		Ισχυρή
-C-H	κάμψης	1480 -1350		Μη συγκεκριμένη
-C-C-	έκτασης	1175 -720		Μεσαία
ΑΛΚΕΝΙΑ				
=C-H	έκτασης	3100 - 3010		Μεσαία
=C-H	κάμψης	1000 - 675		Ισχυρή
C=C	έκτασης	1680 - 1620		Μη συγκεκριμένη
ΑΛΚΙΝΙΑ				
≡C-H	έκτασης	3300 - 3290		Ισχυρή, οξεία
	έκτασης	2260 - 2100		Συνήθως ασθενής μεταβαλλόμενη, απουσιάζει σε συμμετρικά αλκίνια
ΑΛΟΓΟΝΟΑΛΚΑΝΙΑ (ΑΛΚΥΛΑΛΟΓΟΝΙΔΙΑ)				
C-Cl	έκτασης	800 - 600		Ισχυρή
C-Br	έκτασης	600 - 500		Ισχυρή
C- I	έκτασης	500 - 490		Ισχυρή
ΑΡΩΜΑΤΙΚΕΣ				
C-H	έκτασης	3100 - 3000		Μεσαία
C=C	έκτασης	1600 - 1400		Μεσαία-ασθενής, πολλαπλό σήμα
ΑΛΚΟΟΛΕΣ				
O-H	έκτασης	3600 - 3200		Ισχυρή, ευρεία
C-O	έκτασης	1150 - 1050		Ισχυρή
ΚΑΡΒΟΝΥΛΙΚΕΣ				
C=O	έκτασης	1820 - 1670		Ισχυρή
ΑΛΔΕΥΔΕΣ				
O=C-H	έκτασης	2850 - 2820 & 2750 - 2720		Μεσαία, δύο κορυφές
ΝΙΤΡΙΑΙΑ				
CN	έκτασης	2260 - 2210		Μεσαία
ΝΙΤΡΟ-				
N=O	έκτασης	1560 - 1515 & 1385 - 1345		Ισχυρή, δύο κορυφές
ΚΑΡΒΟΞΥΛΟΜΑΔΑ				
C=O	έκτασης	1725 - 1700		Ισχυρή
O-H	έκτασης	3300 - 2500		Ισχυρή, πολύ ευρεία
C-O	έκτασης	1320 - 1210		Ισχυρή
ΕΣΤΕΡΕΣ				
C=O	έκτασης	1750 - 1735		Ισχυρή
C-O	έκτασης	1300 - 1000		Δύο κορυφές ή περισσότερες

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 2: ΦΑΣΜΑΤΟΣΚΟΠΙΑ ¹H-NMR - Πίνακας Χημικών μετατοπίσεων (δ)

Περιβάλλον	Είδος μορίου	δ / ppm
$\text{C}\underline{\text{H}}_3\text{-R}$	Υδρογονάνθρακας	0,7 – 1,2
$\text{R-CH}\underline{2}\text{-R}$	Υδρογονάνθρακας	1,2 – 1,4
$\text{R}_3\text{C}\underline{\text{H}}$	Υδρογονάνθρακας	1,4 – 1,6
$\text{RCH}\underline{2}\text{Cl ή Br}$	Αλογονοαλκάνιο (αλκυλαλογονίδιο)	2,0 – 4,2
$\underline{\text{H}}\text{-C-C=O}$	Καρβονυλομάδα, καρβοξυλικό οξύ ή εστέρας	2,1 – 3,0
$\underline{\text{H}}\text{-C-O}$	Αλκοόλη ή εστέρας	3,3 – 4,3
$\text{O-}\underline{\text{H}}$	Αλκοόλη	0,5 – 5,0
$\underline{\text{H}}\text{-C=C}$	Αλκένιο	4,6 – 5,9
$\underline{\text{H}}\text{-C}\equiv\text{C}$	Αλκίνιο	2,3 – 2,7
$\underline{\text{H}}\text{-C=O}$	Αλδεΐδη	9,0 – 10,0
$\text{-COO-}\underline{\text{H}}$	Καρβοξυλικό οξύ	10,0 – 12,0
$\text{Ar-}\underline{\text{H}}$	Αρωματική ένωση	6,5 – 8,3
$\text{Ar-CH}\underline{3}$	Αρωματική ένωση	2,5 – 2,8

ΠΕΡΙΟΔΙΚΟΣ ΠΙΝΑΚΑΣ

I_A	1	2											VIII_A	4						
	H	He																		
	1		III_A	IV_A	V_A	VI_A	VII_A							VIII_A	10					
	3	4																		
	Li	Be	B	C	N	O	F	Ne												
	7	9	11	12	14	16	19	20												
	11	12	13	14	15	16	17	18												
	Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl	Ar												
	23	24	27	28	31	32	35,5	40												
	19	20	30	31	33	34	35	36												
	K	Ca	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr												
	39	40	70	72,6	75	79	80	84												
	37	38	49	50	51	52	53	54												
	Rb	Sr	In	Sn	Sb	Te	I	Xe												
	85,5	88	115	119	122	128	127	131												
	55	56	81	82	83	84	85	86												
	Cs	Ba	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn												
	133	137	204	207	209	[209]	[210]	[222]												
	87	88	113	114	115	116	117	118												
	Fr	Ra	Nh	Fc	Mc	Lv	Ts	Og												
	[223]	[226]	[286]	[289]	[289]	[293]	[294]	[294]												
	21	22	29	30	32	33	34	36												
	Sc	Ti	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Kr												
	45	48	63,5	65	70	72,6	75	79												
	39	40	47	48	49	50	51	52												
	Y	Zr	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te												
	89	91	108	112	115	119	122	128												
	*57-71	72	78	79	80	81	82	83												
	Λανθανίδες	Hf	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po												
	137	178,5	197	201	204	207	209	[209]												
	#89-103	104	111	112	113	114	115	116												
	Ακτινίδες	Rf	Rg	Cn	Nh	Fc	Mc	Lv												
	[226]	[261]	[272]	[285]	[286]	[289]	[289]	[293]												
	58	59	64	65	66	67	68	70												
	Ce	Pr	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Yb												
	140	141	157	159	162,5	165	167	173												
	#89	90	96	97	98	99	100	102												
	Ac	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	No												
	[227]	232	231	238	[237]	[244]	[243]	[259]												
	Λανθανίδες:	La	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu				
		139	140	144	[145]	150	152	157	159	162,5	165	167	173	175	175	175				
		#89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103				
		Ac	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr				
		[227]	232	231	238	[237]	[244]	[243]	[247]	[247]	[251]	[252]	[257]	[258]	[259]	[260]				