

4. ΚΑΡΒΟΞΥΛΙΚΑ ΟΞΕΑ

Common Names of Carboxylic Acids

								
formic acid 'ant' in Latin methanoic acid	acetic acid 'vinegar' in Latin ethanoic acid	propionic acid 'first fat' in Greek propanoic acid	butyric acid 'butter' in Greek butanoic acid	valeric acid 'valerian' in English pentanoic acid	caproic acid 'goat' in Latin hexanoic acid	enanthic acid 'blossom' in Greek heptanoic acid	caprylic acid 'goat' in Latin octanoic acid	pelargonic acid 'geranium' in Greek nonanoic acid
	11		13		15			
capric acid 'goat' in Latin decanoic acid	undecylic acid '11' from Greek undecanoic acid	lauric acid 'laurel' in Latin dodecanoic acid	tridecylic acid '13' from Greek tridecanoic acid	myristic acid 'nutmeg' in Latin tetradecanoic acid	pentadecylic acid '15' from Greek pentadecanoic acid	palmitic acid 'palm trees' in English hexadecanoic acid	margaric acid 'pearl oyster' in Greek heptadecanoic acid	stearic acid 'tallow' in Greek octadecanoic acid
19		21		23		25		27
nonadecylic acid '19' from Greek nonadecanoic acid	arachidic acid 'peanuts' in Latin eicosanoic acid	heneicosanoic acid '21' from Greek heneicosanoic acid	behenic acid '11 th month' in Persian docosanoic acid	tricosylic acid '23' from Greek tricosanoic acid	lignoceric acid 'wood wax' in Latin tetracosanoic acid	pentacosylic acid '25' from Greek pentacosanoic acid	cerotic acid 'wax' in Greek & Latin hexacosanoic acid	heptacosylic acid '27' from Greek heptacosanoic acid
	29		31	?		?		36
montanic acid 'mountain' in Latin octacosanoic acid	nonacosylic acid '29' from Greek nonacosanoic acid	melissic acid 'Bee' in Greek triacontanoic acid	hentriacontylic acid '31' from Greek hentriacontanoic acid	lacceroic acid (origin unknown) dotriacontanoic acid	psyllic acid 'fleawort' in Greek tritriacontanoic acid	gheddic acid (origin unknown) tetratriacontanoic acid	ceroplastic acid 'modelling wax' in Greek pentatriacontanoic acid	hexatriacontylic acid '36' from Greek hexatriacontanoic acid

JAMESKENNEDYMONASH.WORDPRESS.COM

Σαπουνά Χριστίνα

Χημικός ΑΠΘ

1. Κορεσμένα μονοκαρβοξυλικά οξέα - Αιθανικό οξύ
 2. Γαλακτικό οξύ ή 2 - υδροξυπροπανικό οξύ
 3. Βενζοϊκό οξύ
-

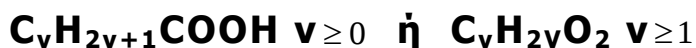
ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΚΑΤΑΝΟΗΣΗΣ ΤΗΣ ΘΕΩΡΙΑΣ

ΑΣΚΗΣΕΙΣ ΚΑΙ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ

ΤΡΑΠΕΖΑ ΘΕΜΑΤΩΝ ΥΠΟΥΡΓΕΙΟΥ

1. Κορεσμένα μονοκαρβοξυλικά οξέα - Αιθανικό οξύ

ΟΡΙΣΜΟΣ: Τα καρβοξυλικά οξέα έχουν στο μόριό τους την ομάδα του καρβοξυλίου ($-\text{COOH}$), στην οποία οφείλεται η χαρακτηριστική τους συμπεριφορά.



ΓΝΩΣΤΑ ΟΞΕΑ

Πολλά από τα οξέα αυτά υπάρχουν στη φύση (πίνακας). Για παράδειγμα, το αιθανικό (οξικό) οξύ αποτελεί βασικό συστατικό του ξιδιού, το βουτανικό οξύ δίνει τη δυσάρεστη οσμή στο ξινισμένο βούτυρο και το χολικό οξύ είναι το κύριο συστατικό της ανθρώπινης χολής.

Εμπειρική ονομασία	Συντακτικός Τύπος	Πηγή
μυρμηκικό οξύ	HCOOH	μυρμήγκια
οξικό οξύ	CH_3COOH	ξίδι
προπιονικό οξύ	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COOH}$	ιδρώτας
βουτυρικό οξύ	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{COOH}$	βούτυρο
παλμιτικό οξύ	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{14}\text{COOH}$	ζωικά λίπη
στεατικό οξύ	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{16}\text{COOH}$	ζωικά λίπη
ελαϊκό οξύ	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_7\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$	ελαιόλαδο

ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ Αναλογα :

1. με τον αριθμο καρβοξυλίων

Μονοκαρβοξυλικά CH_3COOH

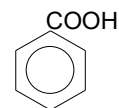
Δικαρβοξυλικά $\text{HOOC}-\text{COOH}$

Τρικαρβοξυλικά...

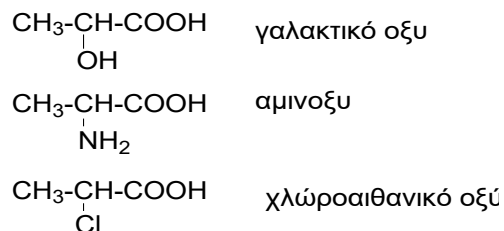
2. αν περιεχουν βενζολικο δακτύλιο

Αρωματικά (εχουν)

Π.Χ ΒΕΝΖΟΙΚΟ ΟΞΥ



Αλειφατικά CH_3COOH

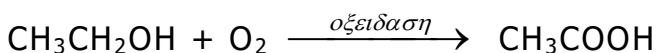
3. αν περιεχουν **πολλαπλο δεσμό**Κορεσμένα CH_3COOH Ακόρεστα $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{COOH}$ 4. αν περιεχουν **Άλλες ομάδες****Οξικό οξύ****Τύπος:** CH_3COOH

Πηγή: Στη φύση σχηματίζεται από ζυμώσεις οργανικών ουσιών με τη βοήθεια μικροοργανισμών που παράγουν τα κατάλληλα ένζυμα. Έτσι, αιθανικό οξύ υπάρχει σε αρκετά προϊόντα, όπως στο ξινισμένο γάλα και στο τυρί.

Παρασκευές:**A. οξική ζύμωση**

Κυρίως όμως σχηματίζεται σε μεγάλα ποσά κατά την οξική ζύμωση, τη μετατροπή δηλαδή της αιθανόλης αλκοολούχων

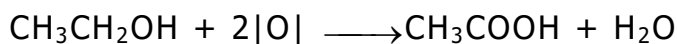
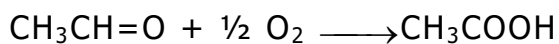
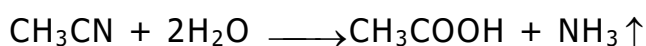
ποτών σε οξικό οξύ, με τη βοήθεια ενζύμων και παρουσία οξυγόνου.



Ως πρώτη ύλη χρησιμοποιούνται αλκοολούχα ποτά, περιεκτικότητας 6-10% σε αιθανόλη, ή αραιά διαλύματα αιθανόλης στα οποία έχουν προστεθεί τα κατάλληλα θρεπτικά υλικά. Η πηγή των ενζύμων είναι είτε καθαρή καλλιέργεια κατάλληλων

μυκήτων είτε υποστάθμη παλιού ξιδιού η οποία περιέχει διάφορους μύκητες. Η ζύμωση επιταχύνεται, εάν η πρώτη ύλη χυθεί σε βαρέλια που περιέχουν ροκανίδια, ενώ από κάτω διαβιβάζεται αέρας. Το τελικό προϊόν της οξικής ζύμωσης είναι αραιό διάλυμα

οξικού οξέος 5-10%, το οποίο και χρησιμοποιείται όπως είναι ως ξίδι

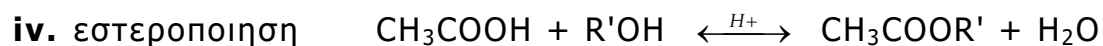
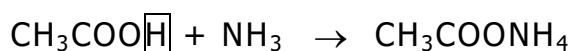
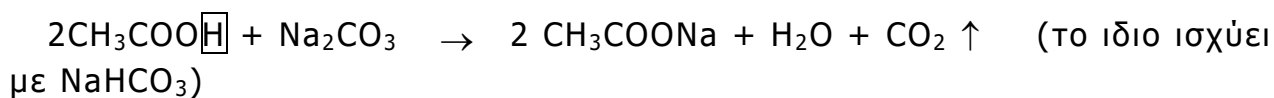
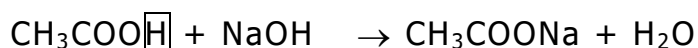
Β.οξειδωση**Γ.υδρολυση νιτριλιων****Φυσικές ιδιοτητες:**

Το αιθανικό οξύ είναι υγρό με ξινή γεύση και με σ.Τ. 17 °C.

Γι' αυτό το λόγο είναι δυνατόν, όταν η θερμοκρασία του περιβάλλοντος χώρου είναι χαμηλή, να βρίσκεται σε στερεή κατάσταση.

Χημικές ιδιοτητες:

- i. Εχουν οξινή γευση
- ii. Αλλαζουν το χρωμα των δεικτων
- iii. Οξινή ιδιότητα:



2. Γαλακτικό οξύ ή 2 - υδροξυπροπανικό οξύ

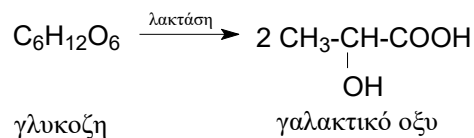
Τύπος:



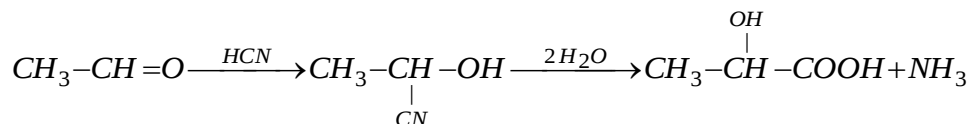
Πηγή: Το γαλακτικό οξύ είναι το κοινό όξινο συστατικό των προϊόντων που προκύπτουν από τη ζύμωση του γάλακτος (τυρί, γιαούρτι, βουτυρόγαλα). Βρίσκεται επίσης στους μύες των ζώων και του ανθρώπου. Το γαλακτικό οξύ που σχηματίζεται κατά την ενζυμική διάσπαση των σακχάρων στο στόμα είναι υπεύθυνο για την απομάκρυνση του ασβεστίου (Ca) από τα δόντια.

Παρασκευές:

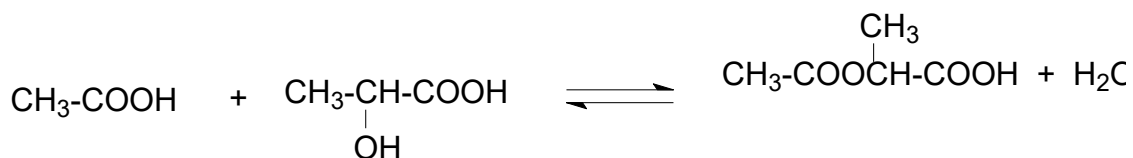
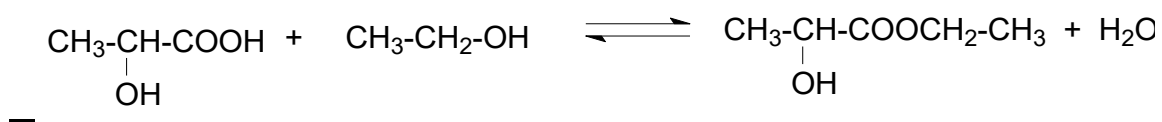
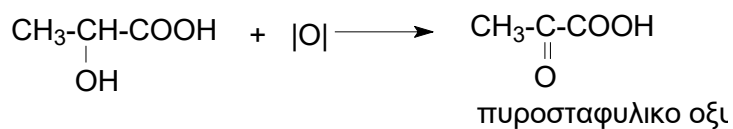
A. γαλακτική ζύμωση



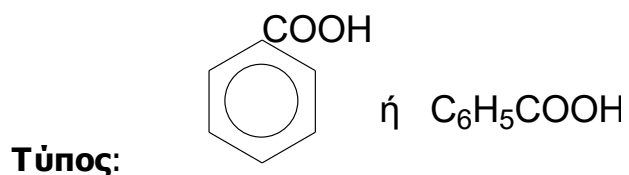
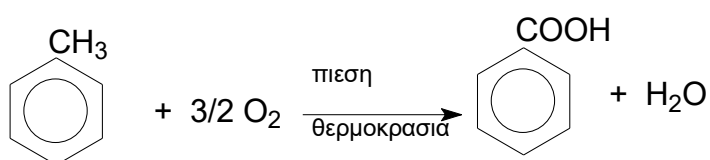
B. προσθήκη HCN



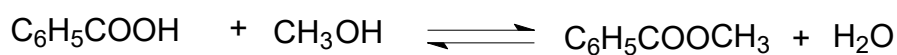
Φυσικές ιδιότητες: άχρωμο στερεό και διαλύεται στο νερό

Χημικές ιδιότητες:**i. εξουδετέρωση :****ii. εστεροποίηση:****iii. οξείδωση**

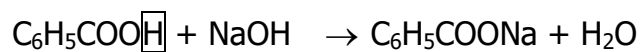
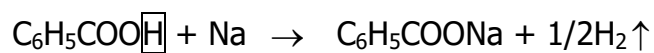
3. Βενζοϊκό οξύ

Παρασκευές:Χημικές ιδιότητες

i. εστεροποίηση



ii. όξινη ιδιότητα:



ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΚΑΤΑΝΟΗΣΗΣ ΤΗΣ ΘΕΩΡΙΑΣ

- 1) Το ξίδι είναι:
- α. το οξικό οξύ
 - β. υδατικό διάλυμα οξικού οξέος
 - γ. υδατικό διάλυμα που περιέχει οξικό οξύ
 - δ. μείγμα οργανικών ενώσεων.
- 2) Με οξειδωση του γαλακτικού οξέος προκύπτει:
- α. πυροσταφυλικό οξύ
 - β. προπανικό οξύ
 - γ. οξικό οξύ
 - δ. τίποτα από τα παραπάνω.
- 3) Το γαλακτικό οξύ και το οξικό οξύ:
- α. αντιδρούν με οξέα
 - β. οξειδώνονται
 - γ. αντιδρούν με αλκοόλες
 - δ. είναι ισχυρά οξέα.
- 4) Με οξειδωση του τολουολίου προκύπτει:
- α. βενζόλιο
 - β. αιθανικό οξύ
 - γ. μεθανικό οξύ
 - δ. βενζοϊκό οξύ.
- 5) Το βενζοϊκό οξύ
- i) ανήκει:
- α. στα κορεσμένα μονοκαρβοξυλικά οξέα
 - β. στα άκυκλα ακόρεστα οξέα
 - γ. στα αρωματικά οξέα
 - δ. στους αρωματικούς υδρογονάνθρακες.
- ii) έχει μοριακό τύπο:
- α. $C_6H_{12}O_2$
 - β. $C_7H_6O_2$
 - γ. $C_6H_6O_2$
 - δ. $C_7H_{12}O_2$.
- 6) Ποια από τις παρακάτω ιδιότητες δεν είναι κοινή για το οξικό και το βενζοϊκό οξύ:
- α. αντιδρά με βάσεις και δίνει άλατα
 - β. αντιδρά με αλκοόλες και δίνει εστέρες

γ. διαλύεται στο νερό σε οποιαδήποτε αναλογία

δ. αντιδρά με Na_2CO_3 και ελευθερώνει CO_2 .

7) Καθένα από τα προϊόντα της στήλης (I) περιέχει μία μόνο από τις ενώσεις της στήλης (II). Να γίνει η αντιστοίχιση:

(I)

(II)

A. ξίδι

α. 2-υδροξυ-προπανικό οξύ

B. κρασί

β. αιθανικό οξύ

Γ. μαρμελάδα του εμπορίου

γ. αιθανόλη

Δ. γιαούρτι

δ. βενζοϊκό οξύ.

8) Να χαρακτηρίσεις ως σωστή (Σ) ή λανθασμένη (Λ) τις προτάσεις:

α. Το οξικό οξύ αντιδρά με χαλκό και δίνει υδρογόνο.

β. Σήμερα το οξικό οξύ παρασκευάζεται μόνο από ζύμωση αλκοολούχων ποτών.

γ. Μια μορφή του γαλακτικού οξέος βρίσκεται στους μυς.

δ. Το βενζοϊκό οξύ έχει στο μόριό του ένα βενζολικό πυρήνα και μία καρβοξυλομάδα.

ε. Το κιτρικό οξύ παραλαμβάνεται από το χυμό των λεμονιών.

9) Το γαλακτικό οξύ:

α. υπάρχει στη ζάχαρη

β. βρίσκεται στο γάλα

γ. σχηματίζεται κατά την οξειδωση της αιθανόλης

δ. υπάρχει στο γιαούρτι

10) Το κιτρικό οξύ:

α. είναι ακόρεστη ένωση

β. περιέχει στο μόριό του υδροξύλιο (OH)

γ. είναι δηλητήριο για τον ανθρώπινο οργανισμό

δ. δε βρίσκεται στη φύση

11) Γράψτε τις χημικές εξισώσεις των αντιδράσεων του οξικού οξέος:

α) με υδροξείδιο του νατρίου

β) με ανθρακικό νάτριο.

12) Πώς παρασκευάζεται το γαλακτικό οξύ:

α) από τη γλυκόζη

β) από την αιθανάλη.

Γράψτε τις αντίστοιχες χημικές εξισώσεις.

13) Γράψτε τις χημικές εξισώσεις των αντιδράσεων του οξικού οξέος:

α) με αιθανόλη

β) με όξινο ανθρακικό νάτριο.

14) Δίνονται οι ενώσεις: CH_3COOH (Α) και $\text{CH}_3\text{CH}(\text{OH})\text{COOH}$ (Β).

i) Να γράψετε την ονομασία τους κατά IUPAC, καθώς και την κατηγορία των οξέων στην οποία ανήκουν.

ii) Να χαρακτηρίσετε τις παρακάτω προτάσεις γράφοντας στην αντίστοιχη παρένθεση το γράμμα Σ για κάθε σωστή και το γράμμα Λ για κάθε λανθασμένη πρόταση.

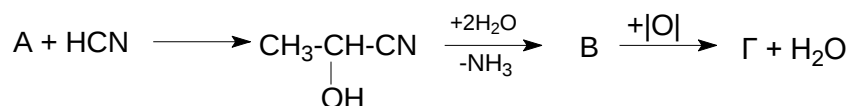
α) οι ενώσεις Α και Β αντιδρούν με το Na_2CO_3 ()

β) καμία από τις ενώσεις Α και Β δεν αντιδρά με τον Zn ()

γ) οι ενώσεις Α και Β αντιδρούν με την $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ ()

δ) μόνο η ένωση Β οξειδώνεται.

15) Δίνονται οι παρακάτω χημικές μετατροπές:



α) Να γράψετε τους συντακτικούς τύπους και τις ονομασίες των ενώσεων Α, Β και Γ.

β) Να γράψετε τη χημική εξίσωση που αποδίδει την αντίδραση μίας ακόμα μεθόδου παρασκευής της ένωσης Β.

γ) Να συμπληρώσετε τη χημική εξίσωση: $\text{A} : \dots\dots\dots + \text{[O]} \rightarrow \dots\dots\dots$

16) Δίνονται οι οργανικές ενώσεις:

$\text{CH}_3\text{CH}=\text{O}$ (Α) , $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ (Β) και CH_3COOH (Γ).

α) Να γράψετε την ονομασία τους κατά IUPAC, καθώς και το όνομα της ομόλογης σειράς στην οποία ανήκει η καθεμία απ' αυτές.

β) Από τις ενώσεις Α, Β και Γ:

i) οξειδώνονται οι

ii) αντιδρούν με μεταλλικό νάτριο οι

Γράψτε τις χημικές εξισώσεις των αντίστοιχων αντιδράσεων.

γ) Αν διαθέτουμε μόνο μεταλλικό νάτριο και όξινο ανθρακικό νάτριο, να περιγράψετε ένα τρόπο με τον οποίο θα μπορούσαμε να διακρίνουμε:

i) την ένωση Α από την ένωση Β

ii) την ένωση Β από την ένωση Γ.

17) Δίνονται οι οργανικές ενώσεις Α, Β, Γ και Δ με συντακτικούς τύπους αντίστοιχα:

Α: $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}=\text{O}$

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

Β: $\text{CH}_3-\underset{\text{OH}}{\underset{|}{\text{CH}}}-\text{CH}_3$

Δ: $\text{CH}_3-\underset{\text{O}}{\underset{||}{\text{C}}}-\text{CH}_3$

α) Από τις ενώσεις Α, Β, Γ και Δ:

i) αντιδρά με Na_2CO_3 η

ii) αντιδρά με φελίγγειο υγρό η

iii) αντιδρούν με Na οι

iv) οξειδώνονται οι

v) αντιδρούν με H_2 οι

β) Γράψτε τη χημική εξίσωση της αντίδρασης με την οποία:

i) από την ένωση Α μπορούμε να παρασκευάσουμε την ένωση Γ

ii) από την ένωση Δ μπορούμε να παρασκευάσουμε την ένωση Β.

γ) Ποιες από τις ενώσεις Α, Β, Γ και Δ αντιδρούν μεταξύ τους

και σχηματίζουν εστέρα; Γράψτε τη χημική εξίσωση της αντίδρασης τους.

ΑΣΚΗΣΕΙΣ ΚΑΙ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ

- 18) Για την εξουδετέρωση 3g ενός κορεσμένου μονοκαρβοξυλικού οξέος Α απαιτήθηκαν 0,05mol NaOH.
- α) Βρείτε το συντακτικό τύπο του οξέος Α.
 - β) Υπολογίστε τη μάζα του άλατος που παράχθηκε απ' αυτή την εξουδετέρωση.
- 19) Υπολογίστε τους όγκους σε str των αερίων που ελευθερώνονται κατά την επίδραση 0,1mol οξικού οξέος:
- α) σε περίσσεια Na_2CO_3
 - β) σε περίσσεια NaHCO_3
 - γ) σε 2,3g Na.
- 20) Κατά την εξουδετέρωση 2,4g ενός κορεσμένου μονοκαρβοξυλικού οξέος με υδροξείδιο του ασβεστίου παράχθηκαν 3,16g άλατος.
- α) Βρείτε το συντακτικό τύπο του οξέος
 - β) Υπολογίστε τον όγκο κορεσμένου διαλύματος υδροξειδίου του καλίου που καταναλώθηκε για την παραπάνω εξουδετέρωση, αν γνωρίζουμε ότι το κορεσμένο διάλυμα υδροξειδίου του ασβεστίου έχει συγκέντρωση 0,05M.
- 21) 22g αιθανάλης αντιδρούν πλήρως με HCN και η οργανική ένωση Α που παράγεται αντιδρά με νερό, οπότε μετατρέπεται ποσοτικά στην οργανική ένωση Β.
- α) Γράψτε τις χημικές εξισώσεις των αντιδράσεων που πραγματοποιούνται, καθώς και την ονομασία της ένωσης Β.
 - β) Υπολογίστε τη μάζα της ένωσης Β που παράγεται.
 - γ) Υπολογίστε την ελάχιστη μάζα της γλυκόζης ($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$) που πρέπει να υποστεί ζύμωση για να παραχθεί ποσότητα της ένωσης Β ίση με αυτή που παράχθηκε από την αιθανάλη.
- 22) Υδατικό διάλυμα Δ περιέχει ισομοριακές ποσότητες HCOOH και CH_3COOH . 200mL του διαλύματος Δ χρειάστηκαν για την εξουδετέρωσή τους 100mL διαλύματος NaOH 2M. Να υπολογίσετε την %w/v περιεκτικότητα του διαλύματος Δ ως προς κάθε οξύ που περιέχει.

ΤΡΑΠΕΖΑ ΘΕΜΑΤΩΝ ΥΠΟΥΡΓΕΙΟΥ

1. Να γράψετε το συντακτικό τύπο και το όνομα των παρακάτω οργανικών ενώσεων:

A) Η ένωση με μοριακό τύπο $C_3H_6O_2$ (Γ) αντιδρά με Na_2CO_3 και ελευθερώνει CO_2 .

2. Να συμπληρώσετε τις επόμενες χημικές εξισώσεις:

I. πλήρης καύση του μεθανικού οξέος.

II. προσθήκη Na_2CO_3 σε αιθανικό οξύ.

III. $C_3H_6O_2 + O_2 \rightarrow$ (πλήρης καύση)

IV. $HCOOH + CaO$

V. $CH_3-CH_2-CH_2-OH + Na \rightarrow$

VI. $CH_3-CH_2-COOH + CaO \rightarrow$

VII. $CH_3COOH + NaOH \rightarrow$

VIII. $HCOOH + NaOH \rightarrow$

IX. $CH_3-COOH + CH_3-CH_2-OH \rightarrow$

X. $HCOOH + Mg$

XI. $CH_3COOH + Mg \rightarrow$

XII. Na με προπανικό οξύ.

XIII. $CH_3COOH + NaOH$

XIV. $CH_3COOH + CaO \rightarrow \dots + \dots$

XV. $CH_3CH_2COOH + CH_3OH \rightarrow \dots + \dots$

XVI. $CH_3COOH + NaHCO_3 \rightarrow \dots + \dots + CO_2$

XVII. αιθανικό οξύ + αιθανόλη $\rightarrow$

XVIII. προπανικό οξύ + $NaOH \rightarrow$

3. Να χαρακτηρίσετε τις παρακάτω προτάσεις ως σωστές (Σ) ή λανθασμένες (Λ): ΚΑΙ ΓΙΑΤΙ

I. Η ένωση $H-COOH$ αντιδρά με Na_2CO_3 .

II. Η ένωση CH_3-CH_2-COOH αντιδρά με Na.

III. Το προπανικό οξύ μπορεί να αντιδράσει με $NaOH$ και με το CaO

IV. Με την επίδραση αιθανικού οξέος σε ανθρακικό νάτριο (Na_2CO_3) εκλύεται CO_2 .

V. Τα καρβοξυλικά οξέα αντιδρούν με Na_2CO_3 και εκλύεται αέριο.

VI. Από την αντίδραση οξέος με αλκοόλη σχηματίζεται εστέρας.

VII. Η ένωση $H-COOH$ αντιδρά με Na.

VIII. Η ένωση CH_3-COOH αντιδρά με Na_2CO_3

IX. Το αιθανικό οξύ μπορεί να αντιδράσει με $NaOH$.

4. Σε ποια ομόλογη σειρά ανήκει κάθε μία από τις παρακάτω ενώσεις;

α) $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-OH}$ β) H-COOH γ) $\text{CH}_3\text{-C}\equiv\text{CH}$ δ) $\text{CH}_3\text{-CH=O}$

Β. Ποια από τις παραπάνω ενώσεις αντιδρά με Na_2CO_3 ;

5. Διαθέτουμε τρεις οργανικές ενώσεις: αιθάνιο, αιθίνιο και αιθανικό οξύ.

Να αναφέρετε ποια ή ποιες από αυτές αντιδρούν Να γράψετε τις χημικές εξισώσεις των αντιδράσεων οι οποίες γίνονται:

α) με νάτριο (Na),

β) με ανθρακικό νάτριο (Na_2CO_3)

6. α) $\text{CH}_3\text{-OH}$ β) $\text{CH}_3\text{-COOH}$ γ) $\text{CH}_3\text{-CH=CH}_2$ δ) $\text{CH}_3\text{-CH=O}$ Ποια από τις παραπάνω ενώσεις αντιδρά με μαγνήσιο; Να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.

Ατομικοί Αριθμοί και Σχετικές Ατομικές Μάζες Χημικών Στοιχείων

Στοιχείο	Σύμβολο	Ατομικός αριθμός (Z)	Σχετική ατομική μάζα (Ar)
Άζωτο	N	7	14
Άνθρακας	C	6	12
Αργίλιο	Al	13	27
Αργό	Ar	18	40
Άργυρος	Ag	47	108
Ασβέστιο	Ca	20	40
Βάριο	Ba	56	137
Βόριο	B	5	11
Βρώμιο	Br	35	80
Θείο	S	16	32
Ιώδιο	I	53	127
Κάλιο	K	19	91
Κασσίτερος	Sn	50	119
Μαγγάνιο	Mn	25	55
Μαγνήσιο	Mg	12	24
Μόλυβδος	Pb	82	207
Νάτριο	Na	11	23
Νικέλιο	Ni	28	59
Οξυγόνο	O	8	16
Πυρίτιο	Si	14	28
Σίδηρος	Fe	26	56
Υδράργυρος	Hg	80	200
Υδρογόνο	H	1	1
Φθόριο	F	9	19
Φωσφόρος	P	15	31
Χαλκός	Cu	29	63,5
Χλώριο	Cl	17	35,5
Χρώμιο	Cr	24	52
Ψευδάργυρος	Zn	30	65