

# כימיה אורגנית



## תוכן העניינים

1	מבוא	1
2	אלקאנים, קונפורמציות של אלקאנים	2
3	תגובות של אלקאנים	3
4	אלקנים	4
6	אלקינים וניטרילים - תכונות ותגובות	5
8	מערכות מצומדות	6
10	מערכות ארומטיות	7
16	התמרה נוקלאופילית	8
18	אלימינציה	9
20	כהלים ואתרים, תיאולים וסולפידים	10
24	אמינים	11
27	ספקטרוסקופיה	12

# כימיה אורגנית

פרק 1 - מבוא

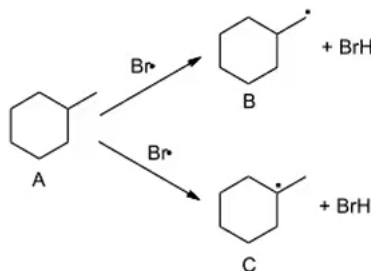
תוכן העניינים

1. כללי..... 1

## מבוא ומושגי יסוד:

### שאלות:

- (1) צייר עבור המולקולות הבאות את סוג ההכלאה של כל אטום פחמן. האם למולקולות מומנט דיפול?  
 $\text{HCCCCCH}$ ,  $\text{H}_2\text{CC}(\text{CH}_3)\text{CCH}$
- (2) צייר עבור המולקולות הבאות את סוג ההכלאה של כל אטום פחמן. האם למולקולות מומנט דיפול?  
 $\text{FCHCHF}$
- (3) תגובה של חומר A עם  $\text{Br}\cdot$  (רדיקאל) נותנת את התוצרים B ו-C. נתון כי תוצר B הוא תוצר קינטי ותוצר C הוא תוצר תרמודינמי. צייר/י באופן סכמתי דיאגרמת ריאקציה.



# כימיה אורגנית

פרק 2 - אלקאנים, קונפורמציות של אלקאנים

תוכן העניינים

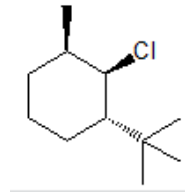
1. כללי ..... 2

## אלקאנים:

### שאלות:

- 1) ציירו את השלכת ניומן לקשר C<sub>1</sub>-C<sub>2</sub> של methylcyclohexane.  
 א. כאשר המתיל בעמדה אקוואטוראלית.  
 ב. כאשר המתיל בעמדה אקסיאלית.  
 ג. מהי האינטראקציה בין המתיל ל-C<sub>3</sub> בסעיפים א' ו-ב'.  
 ד. איזו קונפורמציה יציבה יותר לדעתך? נמק.

- 2) העבירו לקונפורמצית כיסא את תרכובת הציקלוהקסאן הבאה:



- 3) תנו שם לפי IUPAC לתרכובות הבאות (כולל ציס/טרנס):



# כימיה אורגנית

פרק 3 - תגובות של אלקאנים

תוכן העניינים

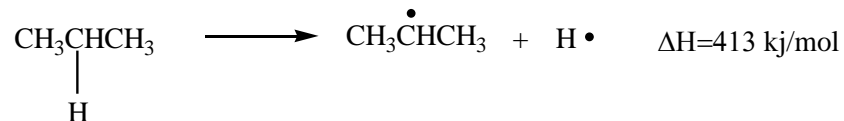
1. כללי ..... 3

## תגובות של אלקאנים:

### שאלות:

(1) חום השריפה של פנטאן הוא 782 kcal/mole - בעוד זה של 2,2 - דימתילפרופאן הוא 777 kcal/mole - מי מהחומרים יציב יותר?

(2) נתונות אנתלפיות עבור תגובות דיסוציאציה הומוליטית של קשר C-H. הסבירו ממה נובעים ההבדלים באנתלפיות תגובה.



(3) כלורינציה של מתאן מתרחשת בטמפרטורת החדר בנוכחות אור או בחושך בחימום.



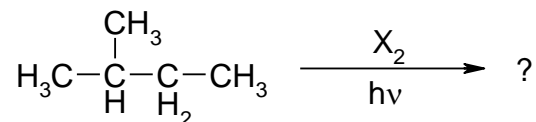
א. ציינו את שלבי תגובה רדיקלית (initiation, propagation, termination) המובילים לתוצרי מונוכלורינציה בלבד.

ציירי את המנגנון (מעברי אלקטרונים, מבני לואיס רלוונטיים)

ב. בתגובה זו מתקבלות עקבות של כלורואתאן ( $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{Cl}$ ).

הראה/י את שלבי הראקציה המובילים לחומר זה.

(4) עבור מונוהלוגנציה של 2 - מתילבוטאן, פרט מהם התוצרים האפשריים ובאלה יחסים יתקבלו עבור כלורינציה וברומינציה.



# כימיה אורגנית

פרק 4 - אלקנים

תוכן העניינים

1. כללי ..... 4

## אלקנים, תכונות ותגובות:

### שאלות:

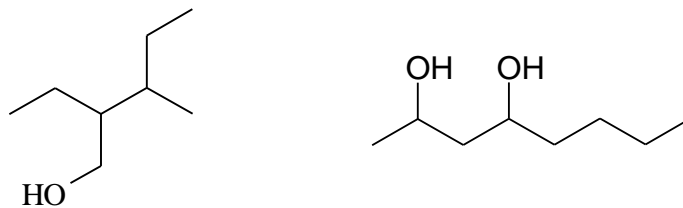
(1) ציירו את המבנים הבאים:

א. tert-butyl alcohol

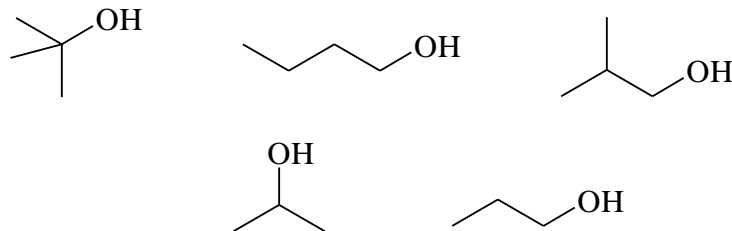
ב. 4-methyl-3-hexanol

ג. (1S, 3R)-3-methylcyclohexanol

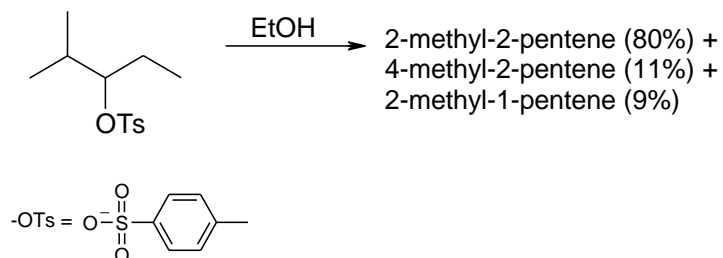
(2) תנו שמות לפי IUPAC לחומרים הבאים:



(3) סדר תרכובות לפי טמפרטורת רתיחה.

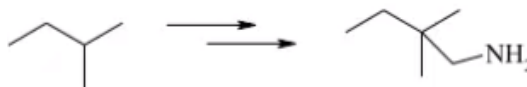


(4) תאר את השלבים בסינטזה הבאה:

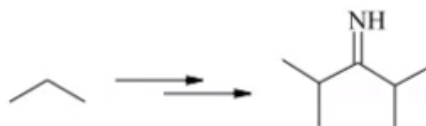


5) הצע דרך לקבל את החומרים הבאים :

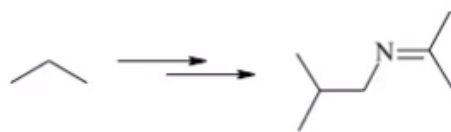
א.



ב.

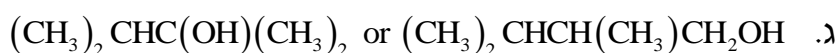
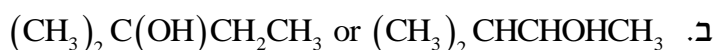


ג.

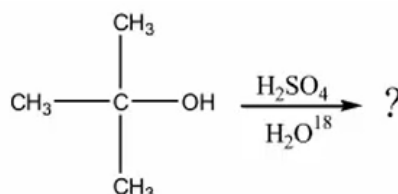


6) כאשר cis-1-t-butyl-4-chlorocyclohexane באתנול מחומם עד לרתיחה למשך מספר שעות מתקבל תוצר עיקרי trans-t-butyl-4-ethoxycyclohexane, אולם כאשר מוסף לתמיסה אשלגן טרטבוטוקסיד ( $t\text{-buO}^-K^+$ ) בריכוז 2M, התוצר העיקרי הינו האלקן 1-t-butylcyclohexene. רשום/י מנגנון מלא לכל אחת מן התגובות והסבר את התוצאות.

7) רשום מי מהכילים הבאים יעבור דה-הידרציה מהירה יותר



8) כהל שלישוני חומם עם חומצה בנוכחות מים מסומנים איזוטופית :



בדגימות שנלקחו לפני תום התגובה נמצא אותו כהל שלישוני מסומן בחמצן איזוטופי. מדידות קינטיות הראו שהיווצרות הכוהל המסומן הייתה פי 30 מהירה יותר מאשר היווצרות התוצר הסופי, האלקן.

א. הצע דרך לקבלת כהל מסומן.

ב. הסבר תוצאות של מדידות קינטיות תוך שימוש במשוואות מתאימות ודיון בגודל יחסי (איכותי) של קבועי קצב האחראים לתוצאות אלה.

# כימיה אורגנית

פרק 5 - אלקינים וניטרילים - תכונות ותגובות

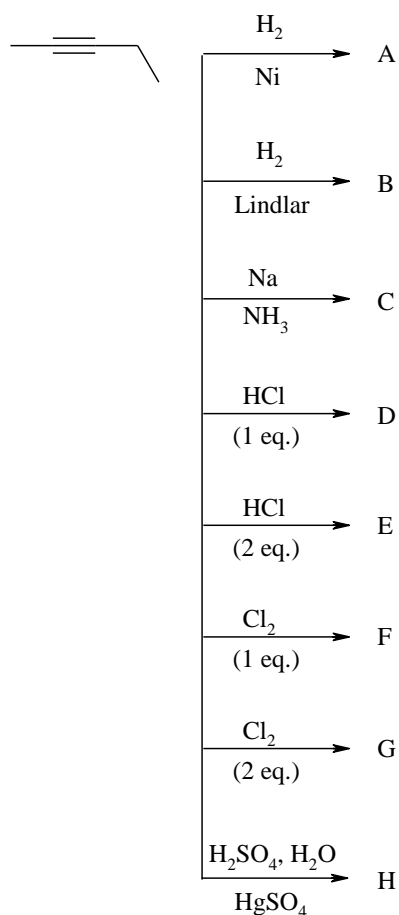
תוכן העניינים

1. כללי ..... 6

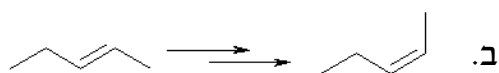
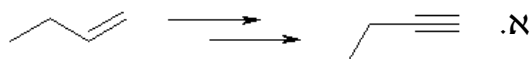
## אלקינים וניטרילים - תכונות ותגובות:

### שאלות:

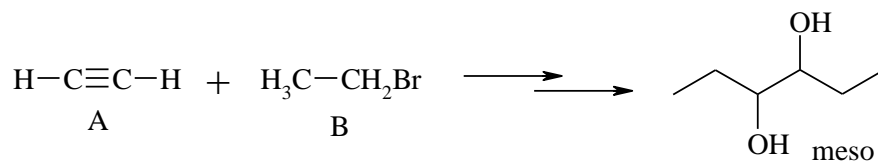
1) מה יהיו התוצרים של התגובות הבאות?



2) הצע דרך לקבל את החומרים הבאים:



3) הצע שלבים לקבלת התוצר הבא מ-A ו-B:



4) כיצד ניתן להכין 1-hexyne מאצטילן וריאגנטים אי-אורגניים בלבד?

# כימיה אורגנית

פרק 6 - מערכות מצומדות

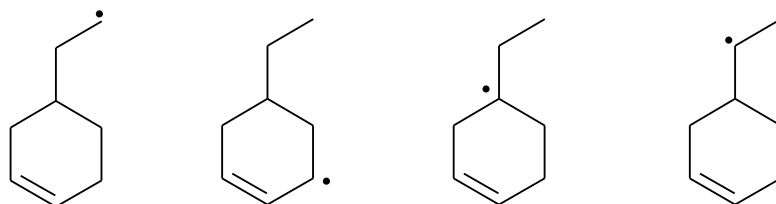
תוכן העניינים

1. כללי ..... 8

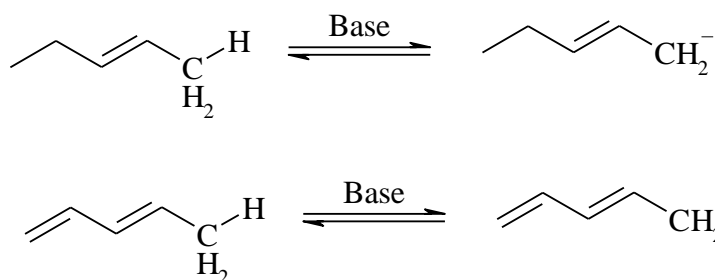
## מערכות מצומדות:

### שאלות:

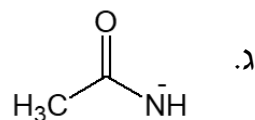
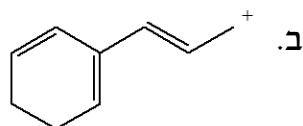
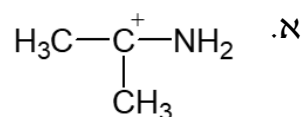
1) דרגו את הרדיקלים האלקיליים הבאים לפי יציבותם:



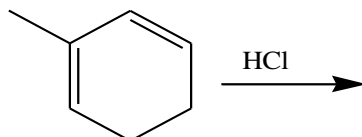
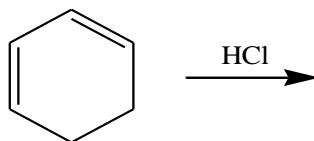
2) לאיזו מהמולקולות הבאות חומציות גבוהה יותר (העזרו בתאוריית הרזוננס)?



3) צייר את מבני הרזוננס האפשריים וציין מי המבנה היציב ביותר עבור כל מולקולה:



4) פרט את התוצרים המתקבלים בהידרוהלוגנציה של החומרים הבאים:



# כימיה אורגנית

פרק 7 - מערכות ארומטיות

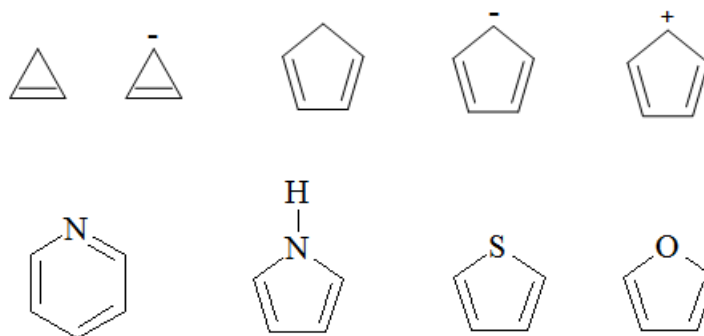
תוכן העניינים

10 ..... 1. כללי

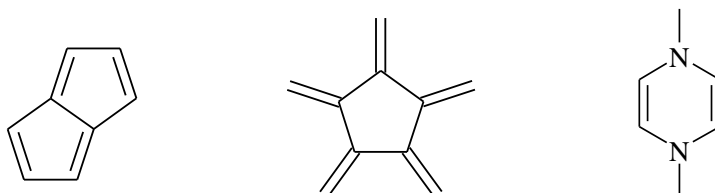
## מערכות ארומטיות:

### שאלות:

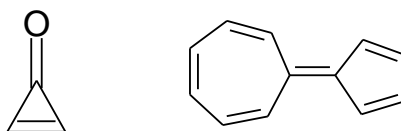
- (1) קבע/י האם המולוקולות שלפניך הינן ארומטיות, אנטי ארומטיות או לא ארומטיות ונמק/י תשובתך:



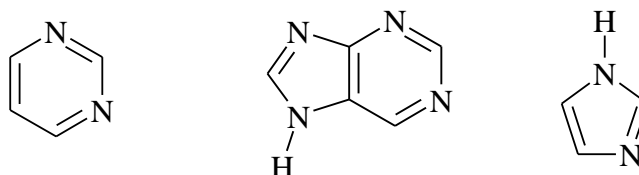
- (2) קבע/י האם המולוקולות שלפניך הינן ארומטיות, אנטי ארומטיות או לא ארומטיות ונמק/י תשובתך:



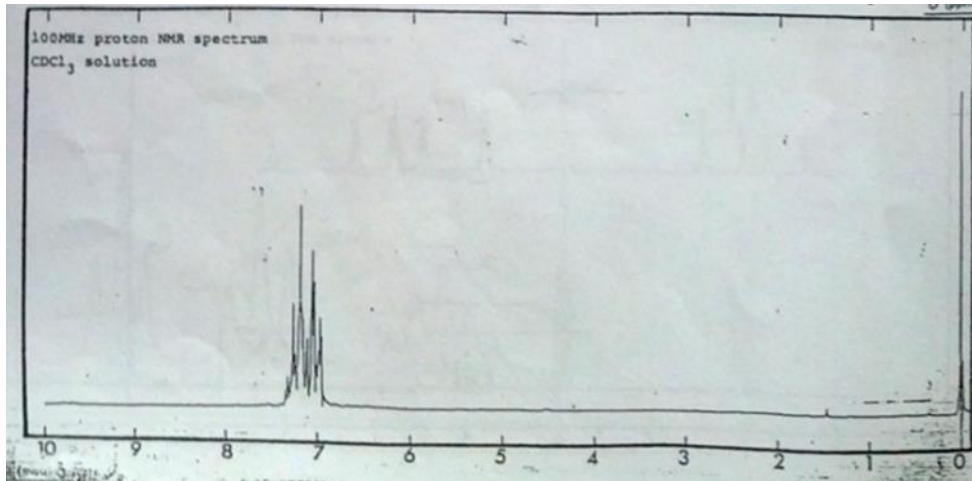
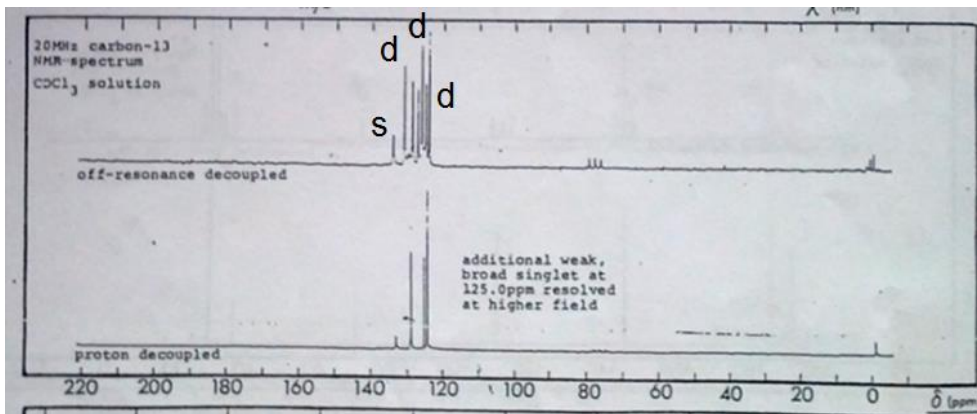
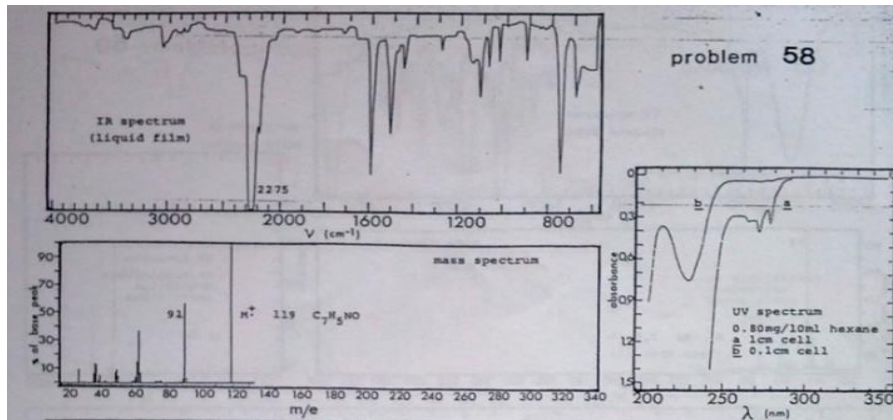
- (3) הסבר/י מדוע לחומרים הבאים יש מומט דיפול גבוה במיוחד ומדוע החומרים ארומטים (רזוננס)?



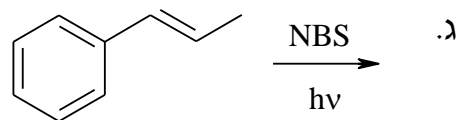
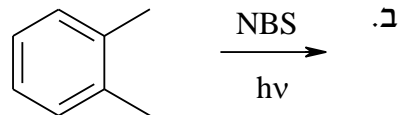
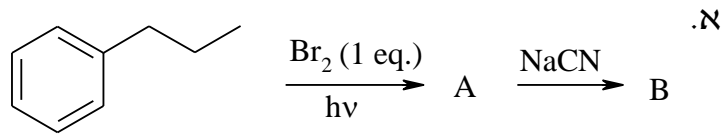
- (4) כמה חנקנים בסיסיים יש למולקולות הבאות?



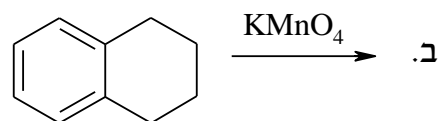
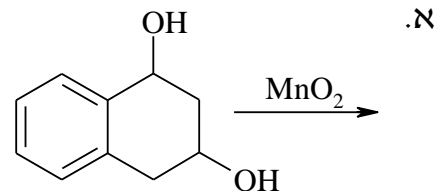
5) קבעו את מבנה החומר בהתבסס על הנתונים הספקטראלים הבאים:



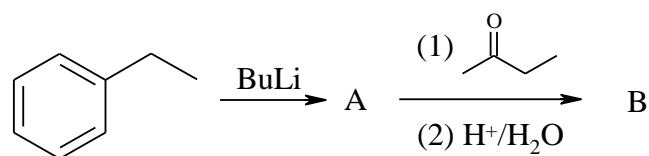
6) רשמו את תוצרי התגובות הבאות:



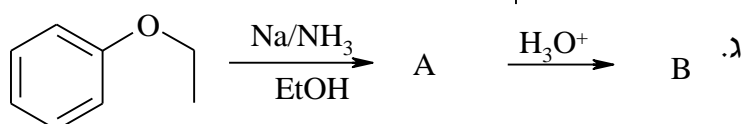
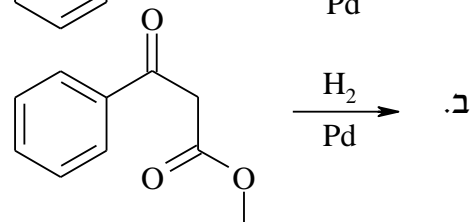
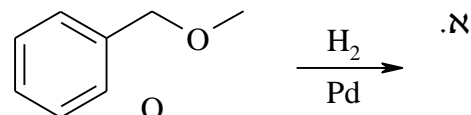
7) השלימו את התגובות הבאות:



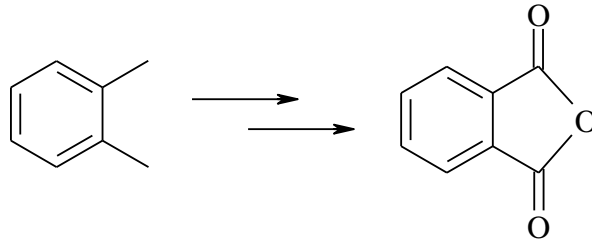
8) השלימו את הסכימה הבאה, ופרטו את המנגנון:



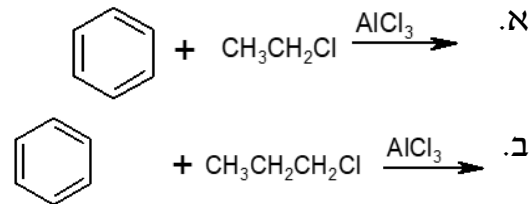
9) השלימו את התגובות הבאות:



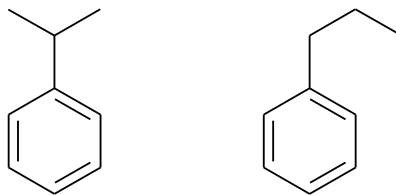
10) הציעו דרך סינטטית לקבלת החומר הבא :



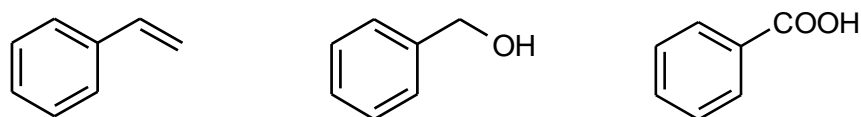
11) מה יהיו התוצרים העיקריים בתגובות הבאות :



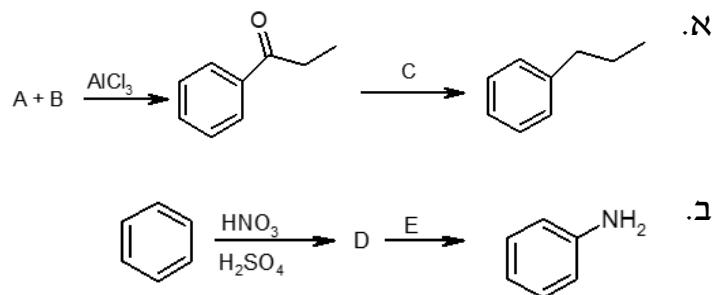
12) הצע/י דרכים להכנת החומרים הבאים מבנזן וריאגנט אורגני בעל 3 פחמנים וכל חומר אי אורגני נדרש.



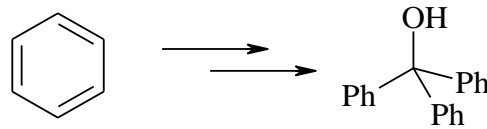
13) הצע/י דרכים להכנת החומרים הבאים מבנזן וריאגנט אורגני בעל 3 פחמנים וכל חומר אי אורגני נדרש.



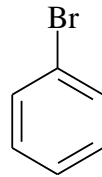
14) השלם את הסכימות הבאות :



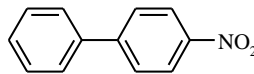
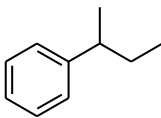
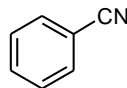
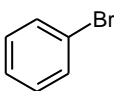
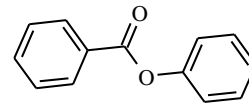
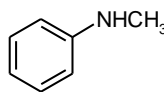
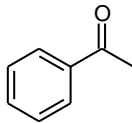
15) הציעו דרך סינטטית לקבלת החומר הבא:



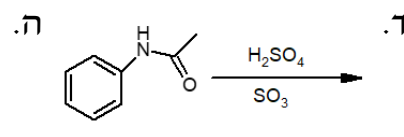
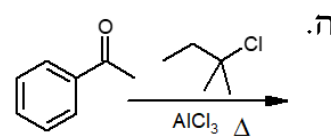
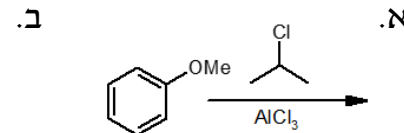
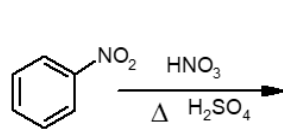
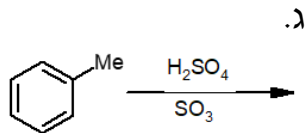
16) הראה את כל מצבי הרזוננס האפשריים להתקפה אלקטרופילית על ברומבנזן, סמן את הצורות הרזונטיביות המייצבות את הקרבוקטיון.



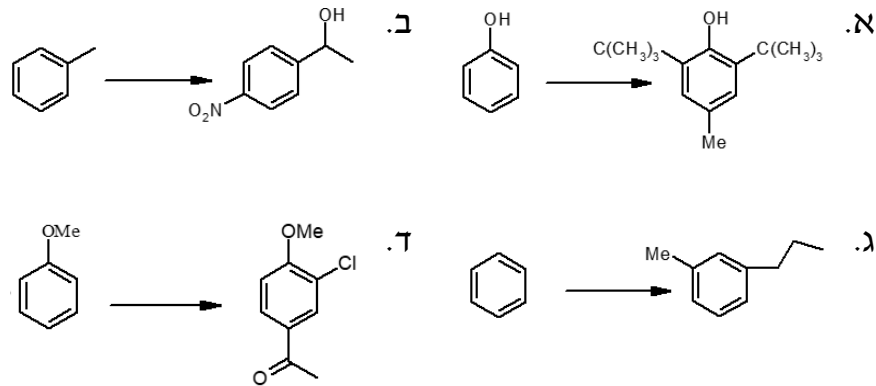
17) רשום את המבנים הצפויים להתקבל בתגובת מונוברומינציה של כל אחד מהמבנים הבאים. השווה האם התהליך יהיה מהיר יותר או איטי יותר בהשוואה לבנזן.



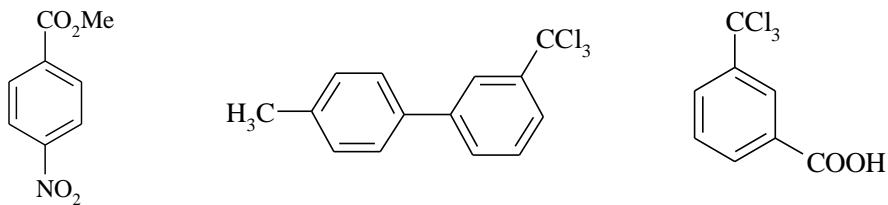
18) מהם התוצרים בתגובות הבאות?



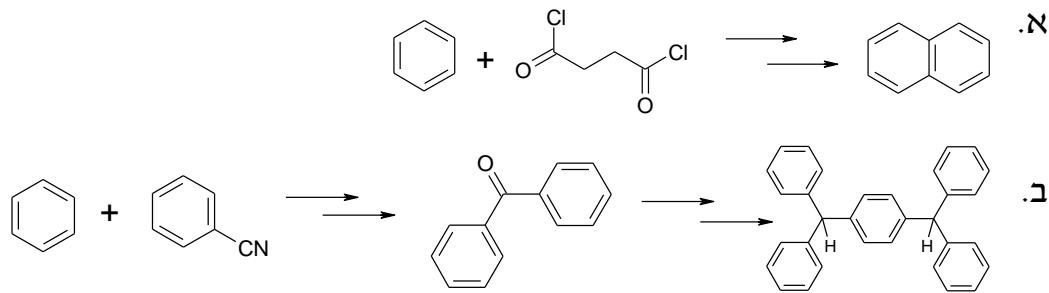
19) כיצד תכין/י את החומרים הבאים מבנזן או מחומר המוצא הנתון וחומרים אחרים בהתאם לצורך?



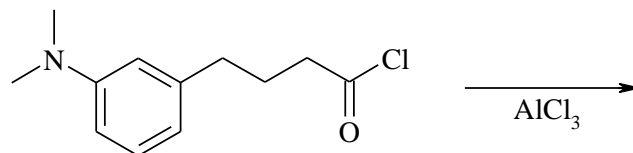
20) רשום את המבנים הצפויים להתקבל בתגובת ניטרציה של כל אחד מהמבנים הבאים. השווה האם התהליך יהיה מהיר יותר או איטי יותר בהשוואה לבנזן.



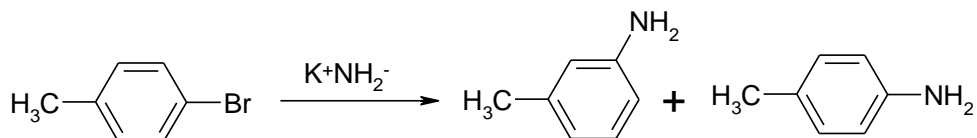
21) הציעו דרך סינטטית לקבלת התוצרים הבאים:



22) מהו תוצר התגובה הבאה? רשמו את המנגנון.



23) הציעו מנגנון לתגובה הבאה:



# כימיה אורגנית

פרק 8 - התמרה נוקלאופילית

תוכן העניינים

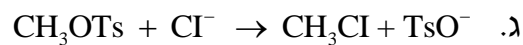
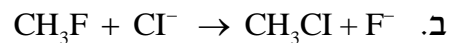
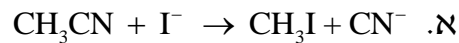
1. כללי ..... 16

## התמרה נוקלאופילית:

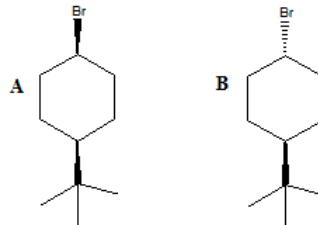
### שאלות:

- (1) סדרו את התרכובות בכל סעיף לפי סדר הראקטיביות שלהם בתגובת  $S_N2$ .
- א. 2-bromo-2-methylbutane, 1-bromopentane, 2-bromopentane  
 ב. 1-bromo-3-methylbutane, 2-bromo-2-methylbutane, 3-bromo-2-methylbutane  
 ג. 1-bromobutane, 1-bromo-2,2-dimethylpropane, 1-bromo-2-methylbutane, 1-bromo-3-methylbutane

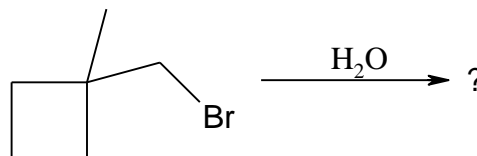
- (2) עבור תגובות  $S_N2$  הבאות, רשמו איזו תגובה תצא לפועל ואיזו תגובה תתרחש לאט מאוד/בכלל לא, הסברו.



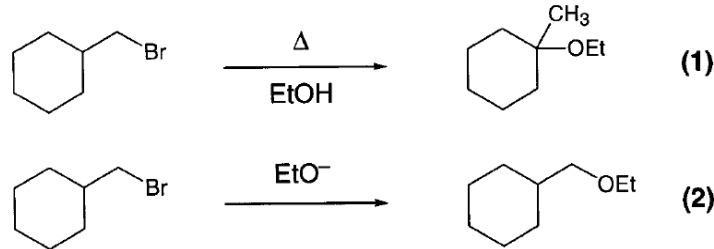
- (3) מי מבין שני החומרים A ו-B מגיב מהר יותר מנגנון  $S_N1$ ? הסבירו באמצעות מנגנון מפורט.



- (4) אילו תוצרים יתקבלו בהידרוליזה הבאה:

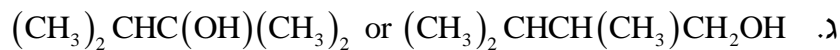
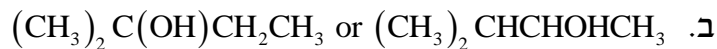


5) עבור תגובות הבאות רשמו את המנגנון המפורט:

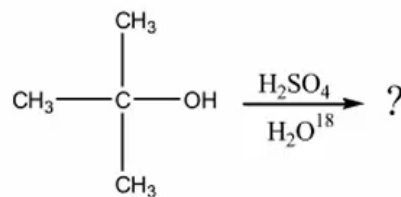


6) כאשר cis-1-t-butyl-4-chlorocyclohexane באתנול מחומם עד לרתיחה למשך מספר שעות מתקבל תוצר עיקרי trans-t-butyl-4-ethoxycyclohexane, אולם כאשר מוסף לתמיסה אשלגן טרטבוטוקסיד ( $t\text{-buO}^-\text{K}^+$ ) בריכוז 2M, התוצר העיקרי הינו האלקן 1-t-butylcyclohexene. רשום/י מנגנון מלא לכל אחת מן התגובות והסבר את התוצאות.

7) רשום מי מהכהלים הבאים יעבור דה-הידרציה מהירה יותר



8) כהל שלישוני חומם עם חומצה בנוכחות מים מסומנים איזוטופית:



בדגימות שנלקחו לפני תום התגובה נמצא אותו כהל שלישוני מסומן בחמצן איזוטופי. מדידות קינטיות הראו שהיווצרות הכוהל המסומן הייתה פי 30 מהירה יותר מאשר היווצרות התוצר הסופי, האלקן.

- א. הצע דרך לקבלת כהל מסומן.  
 ב. הסבר תוצאות של מדידות קינטיות תוך שימוש במשוואות מתאימות ודיון בגודל יחסי (איכותי) של קבועי קצב האחראים לתוצאות אלה.

# כימיה אורגנית

פרק 9 - אלימינציה

תוכן העניינים

1. כללי ..... 18

## אלימינציה:

### שאלות:

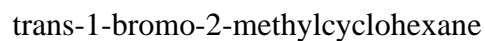
1) אילו תוצרים צפויים להתקבל בדהידרוהלוגנציה (E2) של:

- א. 1-bromohexane
- ב. 2-bromohexane
- ג. 3-bromo-2-methylpentane

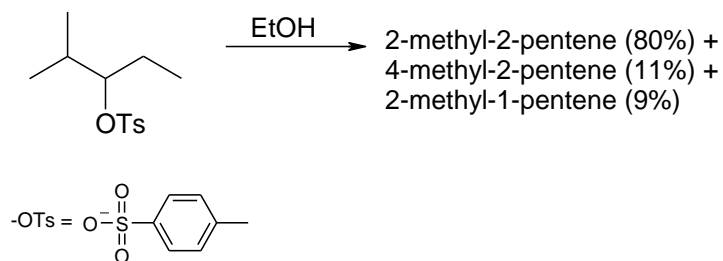
2) סדרי את החומרים לפי האקטיביות בדהידרוהלוגנציה ע"י בסיס חזק:

- א. 1-bromo-3-methylbutane
- ב. 2-bromo-2-methylbutane
- ג. 3-bromo-2-methylbutane

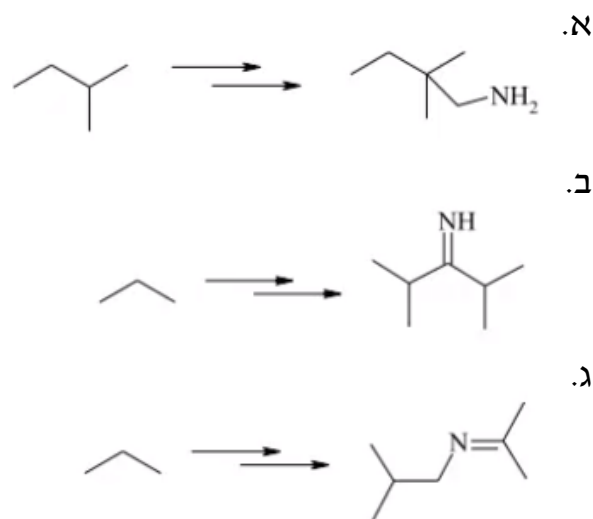
3) מהו התוצר העיקרי המתקבל בדהידרוהלוגנציה של:



4) תאר את השלבים בסינטזה הבאה:



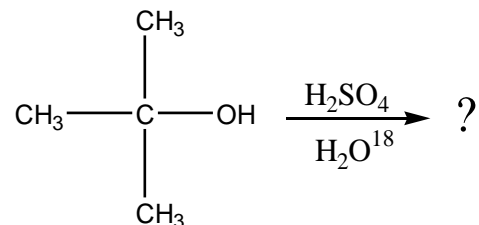
5) הצע דרך לקבל את החומרים הבאים:



6) כאשר cis-1-t-butyl-4-chlorocyclohexane באתנול מחומם עד לרתיחה למשך מספר שעות מתקבל תוצר עיקרי trans-t-butyl-4-ethoxycyclohexane, אולם כאשר מוסף לתמיסה אשלגן טרטבוטוקסיד ( $t\text{-buO}^-\text{K}^+$ ) בריכוז 2M, התוצר העיקרי הינו האלקן 4-t-butylcyclohexene. רשום/י מנגנון מלא לכל אחת מן התגובות והסבר את התוצאות.

7) רשום מי מהכהלים הבאים יעבר דה-הידרציה מהירה יותר:  
 א.  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}$  or  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CHOHCH}_3$   
 ב.  $(\text{CH}_3)_2\text{C}(\text{OH})\text{CH}_2\text{CH}_3$  or  $(\text{CH}_3)_2\text{CHCHOHCH}_3$   
 ג.  $(\text{CH}_3)_2\text{CHC}(\text{OH})(\text{CH}_3)_2$  or  $(\text{CH}_3)_2\text{CHCH}(\text{CH}_3)\text{CH}_2\text{OH}$

8) כהל שלישוני חומם עם חומצה בנוכחות מים מסומנים איזוטופית:



בדגימות שנלקחו לפני תום התגובה נמצא אותו כהל שלישוני מסומן בחמצן איזוטופי. מדידות קינטיות הראו שהיווצרות הכוהל המסומן היתה פי 30 מהירה יותר מאשר היווצרות התוצר הסופי, האלקן.  
 א. הצע דרך לקבלת כהל מסומן.  
 ב. הסבר תוצאות של מדידות קינטיות תוך שימוש במשוואות מתאימות ודיון בגודל יחסי (איכותי) של קבועי קצב האחראים לתוצאות אלה.

# כימיה אורגנית

פרק 10 - כהלים ואתרים, תיאולים וסולפידיים

תוכן העניינים

1. כללי ..... 20

## כהלים ואתרים, תיאולים וסולפידיים:

### שאלות:

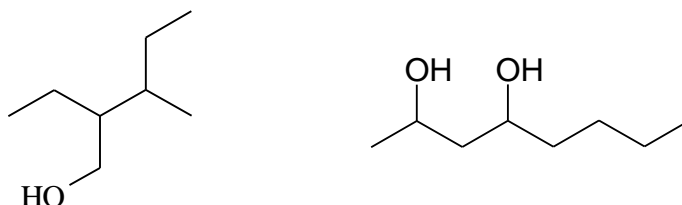
(1) ציירו את המבנים הבאים:

א. tert-butyl alcohol

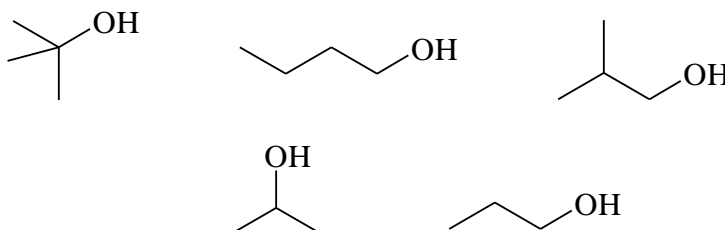
ב. 4-methyl-3-hexanol

ג. (1S, 3R)-3-methylcyclohexanol

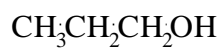
(2) תנו שמות לפי IUPAC לחומרים הבאים:



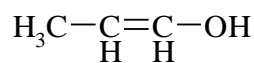
(3) סדר תרכובות לפי טמפרטורת רתיחה.



(4) איזו משתי התרכובות הבאות תהייה חומצית יותר? נמק את תשובתך ע"י שימוש בתיאוריית הרזוננס.

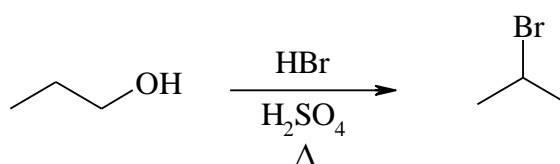


A

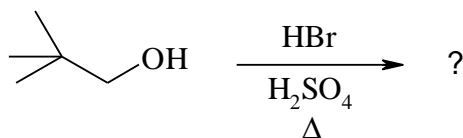


B

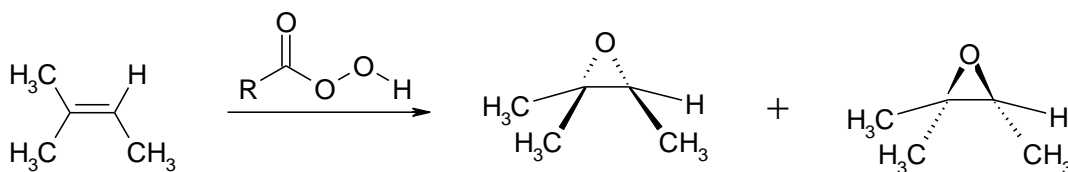
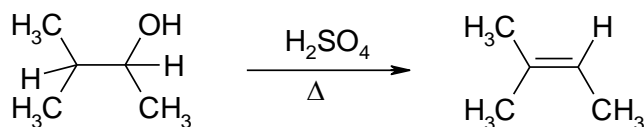
(5) מה המנגנון לריאקציה הבאה?



6) מה יהיה התוצר בתגובה הבאה? פרטו מנגנון.

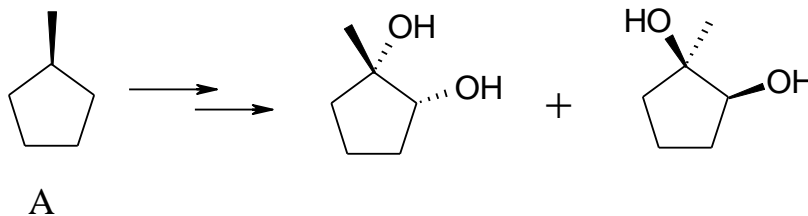


7) רשמו ליד כל אחת מהתגובות הבאות האם התרכובת עברה חימצון, חיזור אם בכלל. נמקו.

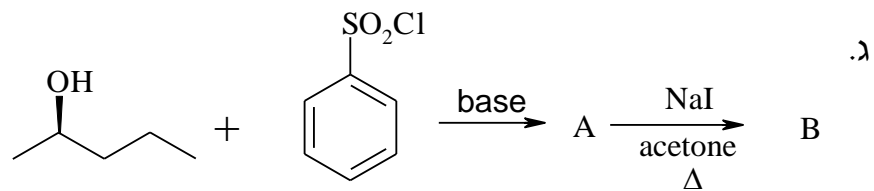
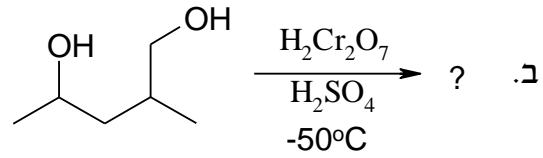
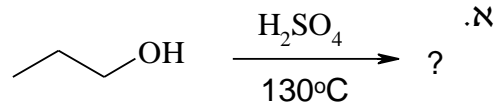


8) דיאול  $C_6H_{14}O_2$  הופך כתוצאה מתגובת אתריפיקציה אינטראמולקולרית לאתר טבעתי. מהם המבנה/ים של חומר המוצא אם ידוע:  
 א. בטבעת ישנם 5 אטומים.  
 ב. חומר המוצא והאתר הנוצר הם תרכובות כיראליות.  
 ג. חימצון הדיאול גורם להיווצרות די-קטון.

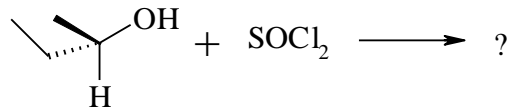
9) מהם השלבים לקבלת התוצרים הבאים ממגיב A?



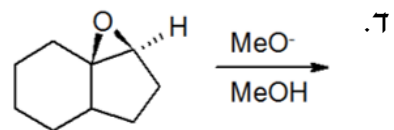
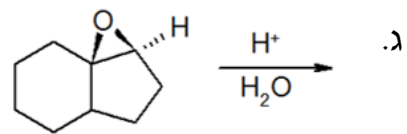
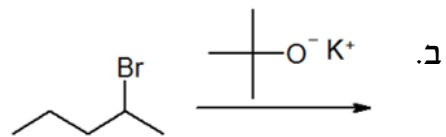
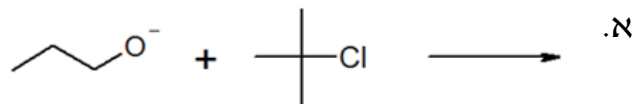
10) מה התוצרים של התגובות הבאות?



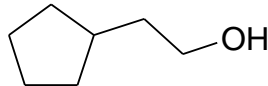
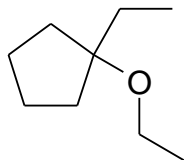
11) מה תוצר התגובה הבאה? ציין קונפיגורציה.



12) רשום את התוצר העיקרי שיתקבל בכל תגובה. פרט מנגנון:



13) הצע סינטזה להכנת החומרים הבאים. ניתן להשתמש בכל חומר אי אורגני וכל חומר אורגני המכיל לכל היותר 5 פחמנים.



# כימיה אורגנית

פרק 11 - אמינים

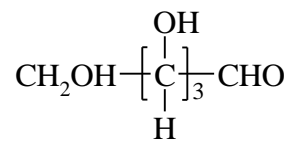
תוכן העניינים

24 ..... 1. כללי

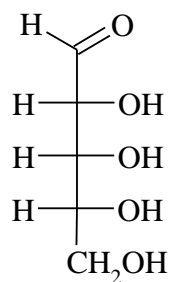
## סוכרים:

### שאלות:

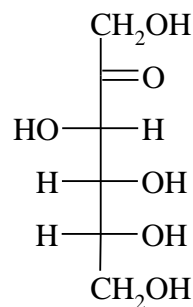
- (1) פרט את כל הסטראואיזומרים של החומר הבא על ידי שימוש בהשלכת פישר, קבע עבור כל אחד מהם אם הוא D או L וכן ציין את היחסים ביניהם (דיאסטראומרים או אננטיומרים).



- (2) ציירו את השלכת Howarth של הסוכרים הבאים עבור צורת ה- $\alpha$  וה- $\beta$  שלהם. פרטו מנגנון עבור ריבוז:

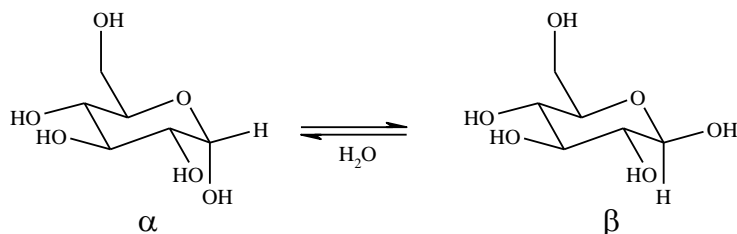


D-Ribose  $\longrightarrow$  D-Ribopyranose

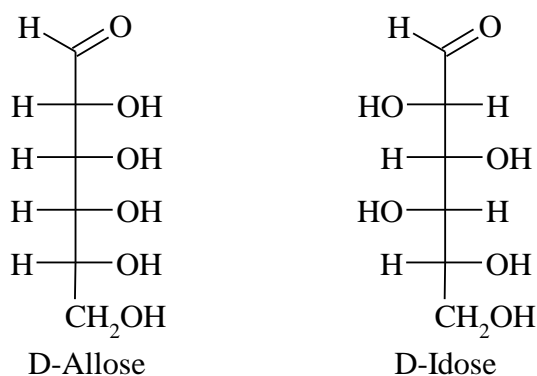


D-Fructose  $\longrightarrow$  D-Fructofuranose

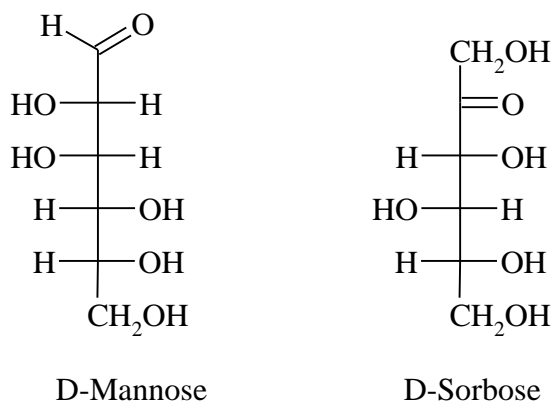
3) פרט מנגנון מוטרוטציה של D-glucopyranose מאנומר  $\alpha$  ל- $\beta$ .



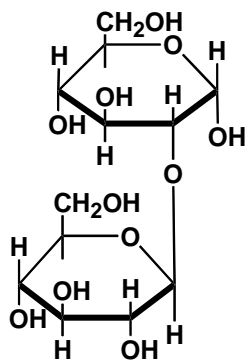
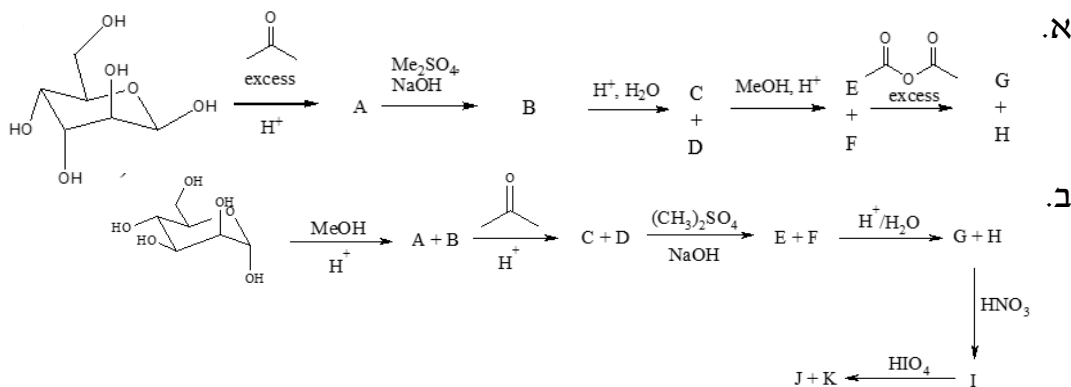
4) הציעו ריאקציה כימית שתאפשר להבחין בין D-Allose לבין D-Idose באמצעות מדידת פעילות אופטית.



5) רשמו את תוצרי התגובה האפשריים של הסוכרים הבאים עם MeOH בסביבה חומצית (D-Mannose נותן פיראנוז, ו-D-sorbose נותן פוראנוז).



6) השלימו את הסכימה הבאות:

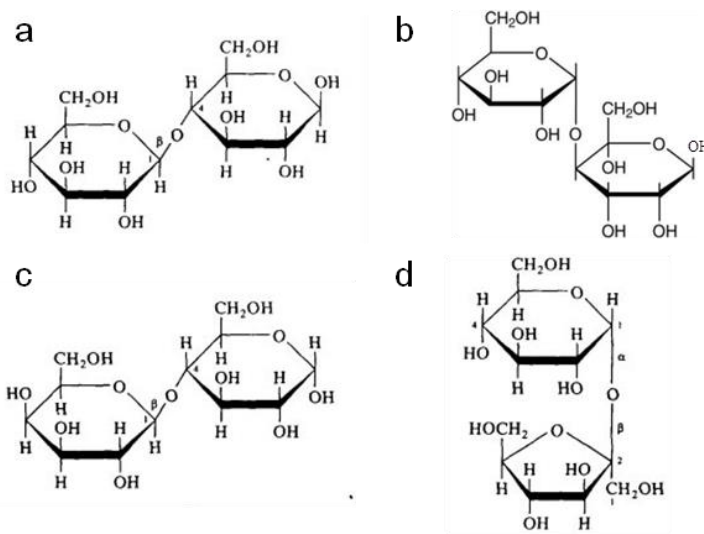


7) נתונה נוסחת המבנה של Sophorose.

- האם זהו חד, דו או רב-סוכר?
- אפיינו את הקשר הגליקוזידי בו.
- האם רשומה צורת  $\alpha$  או  $\beta$  של הסופרוז?
- האם ניתן יהיה לחזר את הסופרוז במחזרים ספציפיים לאלדהיד?
- כמה פחמנים אסימטריים יש בסופרוז?

8) זהה את הדיסכרידים הבאים:

- בהידרוליזה חומצית של סוכרוז וטוראנוז מתקבלת מולקולה אחת של אלדוהקסוז ומולקולה אחת של קטוהקסוז.
- בהידרוליזה חומצית של סלוביאוז מקבלים אותו אלדוהקסוז, בעוד שלקטוז נותן שתי אלדוהקסוזות שונות.
- לקטוז, טוראנוז סלוביאוז הינם דיסכרידים מחזרים.



# כימיה אורגנית

פרק 12 - ספקטרוסקופיה

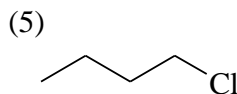
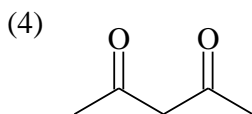
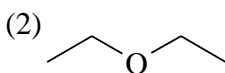
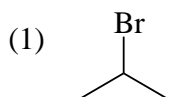
תוכן העניינים

1. כללי ..... 27

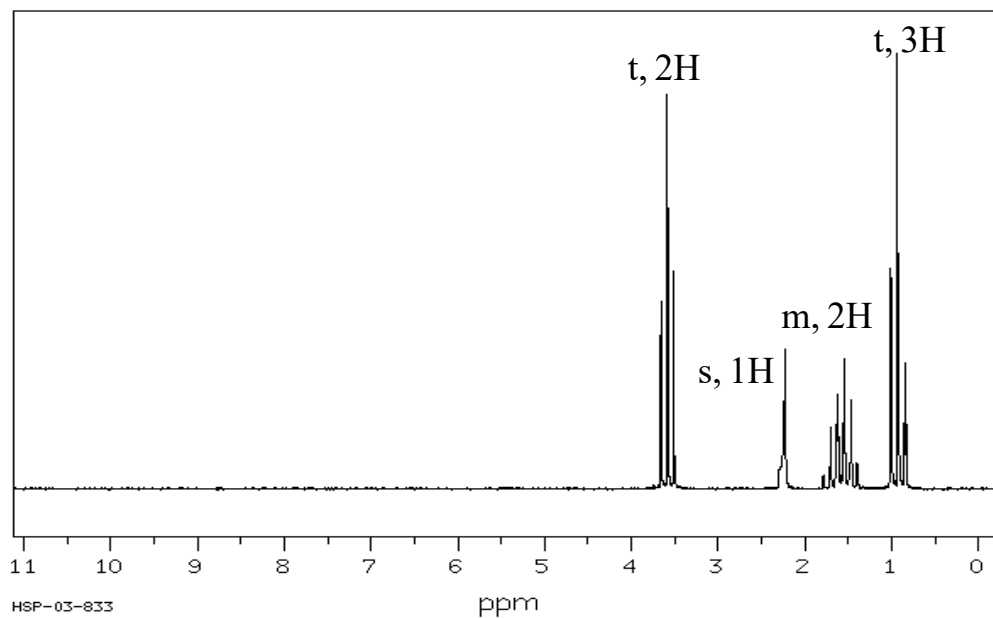
## ספקטרוסקופיה:

### שאלות:

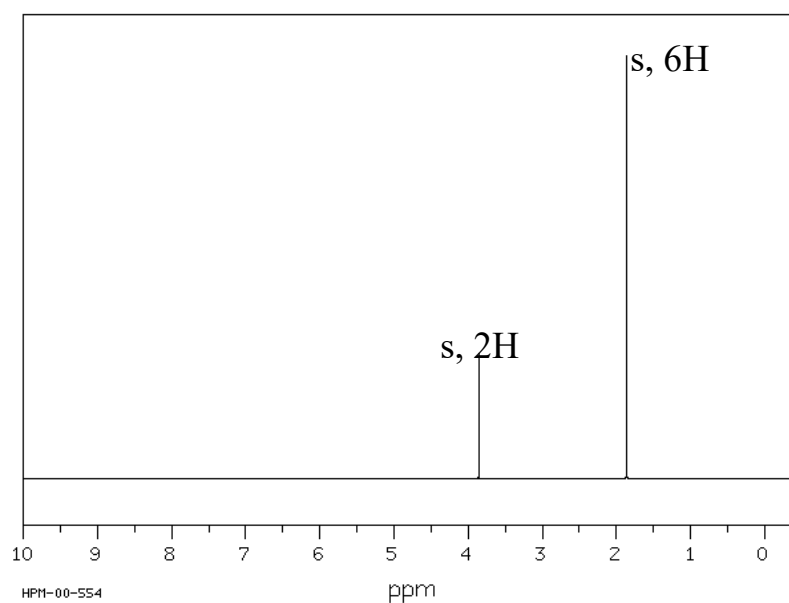
- (1) בספקטרום IR, הקשר C-H באלדהיד בולע בטווח  $2700-2800\text{ cm}^{-1}$ . מהו טווח אורכי הגל של האור הנבלע? מה אנרגיית הפוטון בעל אורכי גל אלו?
- (2) תדירות הרזוננס של המימן בכלורופורם,  $\text{CHCl}_3$ , היא  $1456\text{ Hz}$  בשדה נמוך יותר מ-TMS במכשיר  $200\text{ MHz}$ .  
 א. מה ההיסט הכימי ( $\delta$ ) של מימן זה?  
 ב. אם המדידה היתה נעשית במכשיר  $600\text{ MHz}$ , מה היה ההיסט הכימי?  
 מה תהיה תדירות הרזוננס של מימן הכלורופורם יחסית לזו של ה-TMS?
- (3) עבור התרכובות הבאות זהו כמה סוגי סיגנלים צפויים בספקטרום  $^1\text{H NMR}$  שלהם, סדרו אותם לפי גודל ההיסט הכימי וזהו מהו סוג הסיגנל (סינגלט, דובלט, ...).



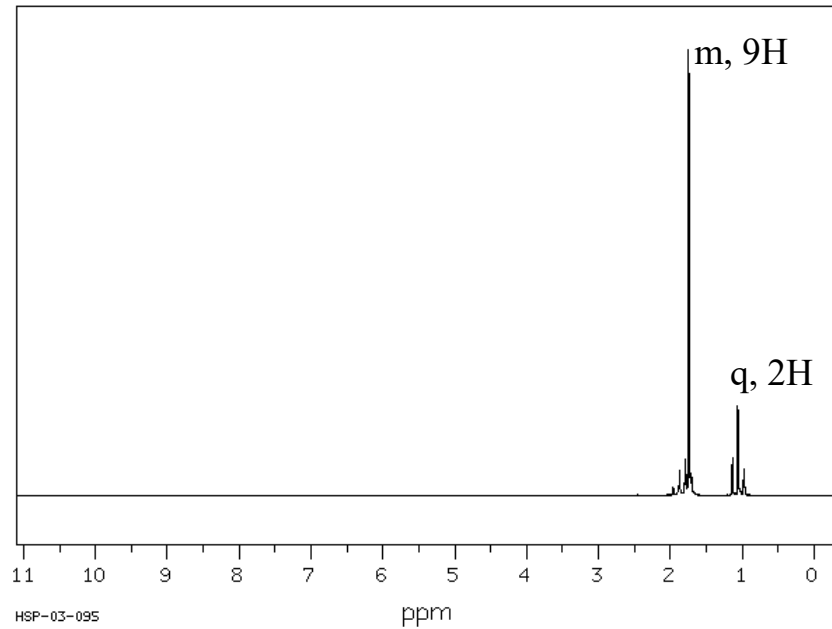
- (4) זהה את האיזומר של התרכובת בעלת הנוסחה המולקולרית  $C_3H_8O$  לפי ספקטרום ה- $^1H$  NMR הבא:



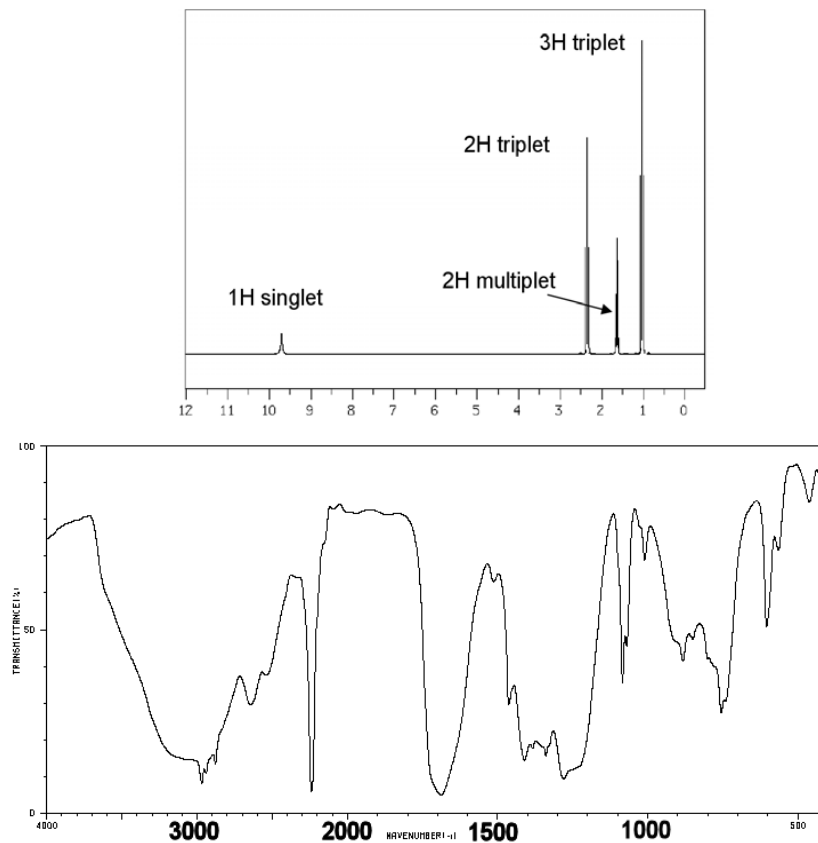
- (5) זהה את האיזומר של התרכובת בעלת הנוסחה המולקולרית  $C_4H_8Br_2$  לפי ספקטרום ה- $^1H$  NMR הבא:



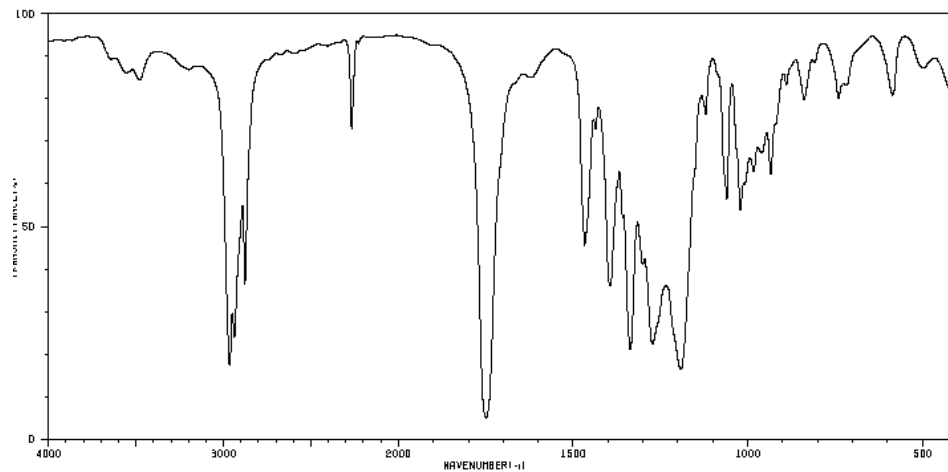
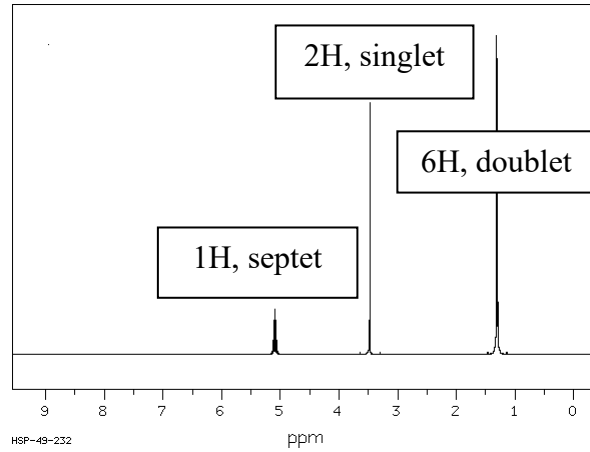
6) זהה את האיזומר של התרכובת בעלת הנוסחה המולקולרית  $C_5H_{11}Br$  לפי ספקטרום ה- $^1H$  NMR הבא:



7) הנוסחה המולקולרית של תרכובת אורגנית מסוימת היא  $C_6H_8O_2$ . מהו מבנה התרכובת שמתאים לנתונים הספקטראליים הבאים. נמק.



- 8) הנוסחה המולקולרית של תרכובת אורגנית מסוימת היא  $C_6H_9NO_2$ . מהו מבנה התרכובת שמתאים לנתונים הספקטראליים הבאים:



9) מהו מבנה התרכובת שמתאים לנתונים הספקטראליים הבאים:

