

כימיה אורגנית



תוכן העניינים

1	מבוא לתרכובות אורגניות - 1
2	מבוא לתרכובות אורגניות - 2
3	סטריאוכימיה
5	אלקיל הלידים - התמרה נוקלאופילית
7	אלקיל הלידים - אלימינציה
9	אלקנים
11	דיאנים
17	אל איתור
23	חומצות אמינו, פפטידים וחלבונים
26	ספקטרוסקופיה

כימיה אורגנית

פרק 1 - מבוא לתרכובות אורגניות - 1

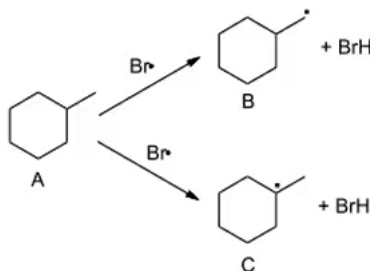
תוכן העניינים

1. כללי 1

מבוא ומושגי יסוד:

שאלות:

- (1) צייר עבור המולקולות הבאות את סוג ההכלאה של כל אטום פחמן. האם למולקולות מומנט דיפול?
 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?
 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 - מבוא לתרכובות אורגניות - 2

תוכן העניינים

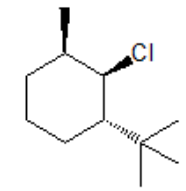
1. כללי 2

אלקאנים:

שאלות:

- 1) ציירו את השלכת ניומן לקשר C₁-C₂ של methylcyclohexane.
 א. כאשר המתיל בעמדה אקוואטוראלית.
 ב. כאשר המתיל בעמדה אקסיאלית.
 ג. מהי האינטראקציה בין המתיל ל-C₃ 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 - סטריאוכימיה

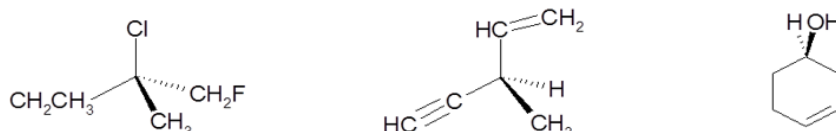
תוכן העניינים

1. כללי 3

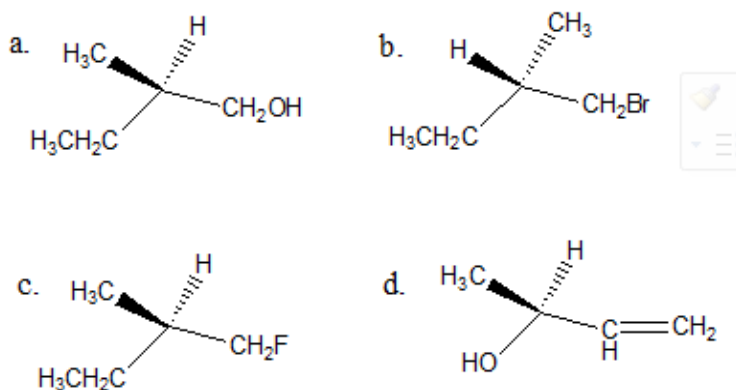
סטריאוכימיה:

שאלות:

1) קבעו את הקונפיגורציה האבסולוטית של המולקולות הבאות:



2) ציירו קונפיגורציית פישר עבור התרכובות הבאות, וקבעו את הקונפיגורציה האבסולוטית:



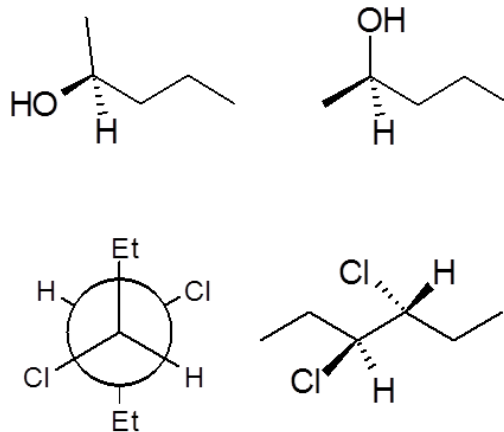
3) חשב/חשבי את $[\alpha]_D$ עבור החומרים הבאים:

- א. תמיסת 0.5M של 2-chloropentane בכלורופורם (CHCl_3) בתא של 5cm נותנת זווית סיבוב של $\alpha = +3.64$.
- ב. תמיסה המכילה 1.92gr של 2-bromooctane ב-10ml אתר נותנת זווית סיבוב $\alpha = -3.6^\circ$ בתא באורך של 5cm.

4) התקבלה תערובת אננטיומרים בעלת $[\alpha]_D = 310^\circ$ בטמפרטורה 22°C . ידוע בספרות שאננטיומר אחד בעל קונפיגורציה R באותה טמפרטורה נותן $[\alpha]_D = 357^\circ$. מהו הניקיון האופטי (%ee) ומהוא האחוז של כל אננטיומר בתערובת?

- 5) R-Glycidol טהור אופטית בעל זווית סיבוב ספציפית $[\alpha]_D = 12^\circ$ (ללא ממס).
 א. מה תהיה זווית הסיבוב הנמדדת של דוגמא של החומר בה 75% הוא אננטיומר ה-R והשאר אננטיומר ה-S?
 ב. מה תהיה זווית הסיבוב הנמדדת של דוגמא של החומר בה 75% הוא אננטיומר ה-S והשאר R-pinene $([\alpha]_D = 50.7^\circ)$?

- 6) קבעו את הקונפיגורציה האבסולוטית עבור כל אחד מהמרכזים הכיראליים בחומרים הבאים וציין/צייני עבור כל זוג חומרים את היחס בינם (אננטיומרים, דיאסטריומרים וכו').



כימיה אורגנית

פרק 4 - אלקיל הלידים - התמרה נוקלאופילית

תוכן העניינים

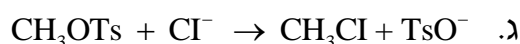
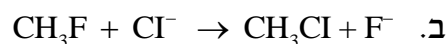
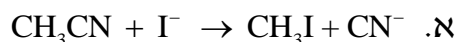
1. כללי 5

התמרה נוקלאופילית:

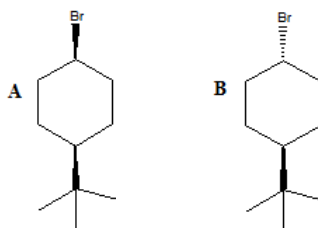
שאלות:

- (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

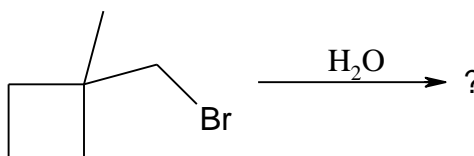
- (2) עבור תגובות S_N2 הבאות, רשמו איזו תגובה תצא לפועל ואיזו תגובה תתרחש לאט מאוד/בכלל לא, הסברו.



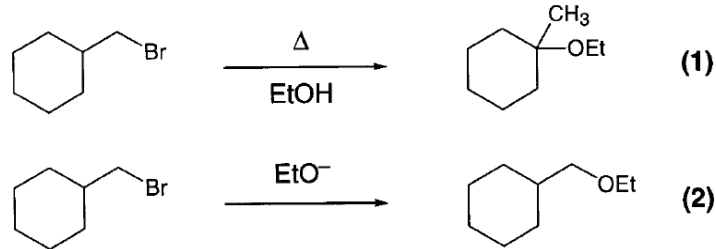
- (3) מי מבין שני החומרים A ו-B מגיב מהר יותר מנגנון S_N1 ?
 הסבירו באמצעות מנגנון מפורט.



- (4) אילו תוצרים יתקבלו בהידרוליזה הבאה:

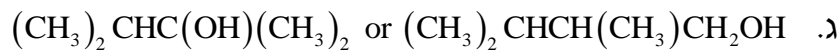
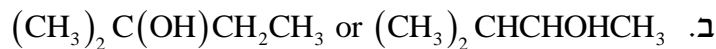


(5) עבור תגובות הבאות רשמו את המנגנון המפורט:

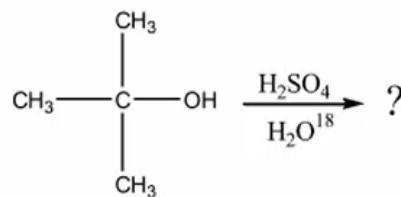


(6) כאשר cis-1-t-butyl-4-chlorocyclohexane באתנול מחומם עד לרתיחה למשך מספר שעות מתקבל תוצר עיקרי trans-t-butyl-4-ethoxycyclohexane, אולם כאשר מוסף לתמיסה אשלגן טרטבוטוקסיד ($t\text{-buO}^-\text{K}^+$) בריכוז 2M, התוצר העיקרי הינו האלקן 1-t-butylcyclohexene. רשום/י מנגנון מלא לכל אחת מן התגובות והסבר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

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



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



בדגימות שנילקחו 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 - אלקיל הלידים - אלימינציה

תוכן העניינים

1. כללי 7

אלימינציה:

שאלות:

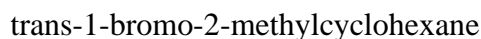
1) אילו תוצרים צפויים להתקבל בדהידרוהלוגנציה (E2) של:

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

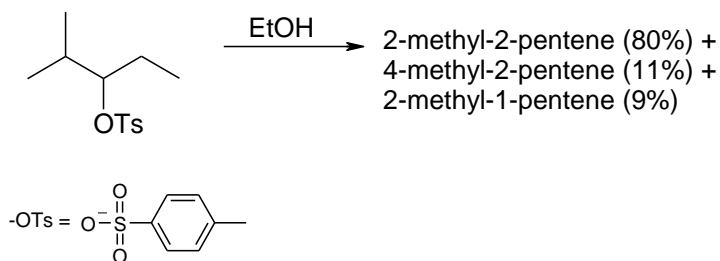
2) סדרי את החומרים לפי האקטיביות בדהידרוהלוגנציה ע"י בסיס חזק:

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

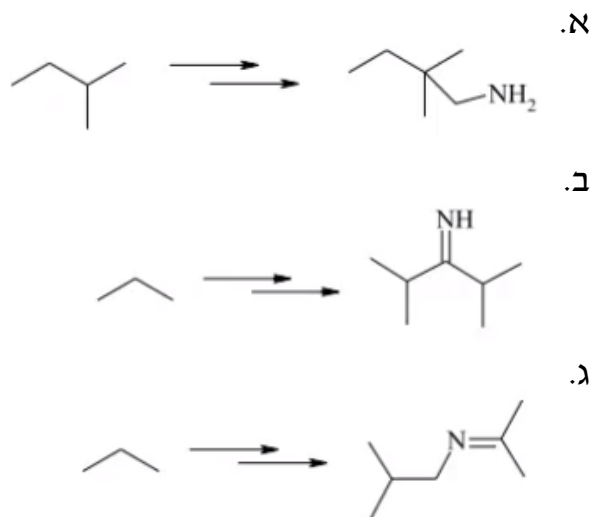
3) מהו התוצר העיקרי המתקבל בדהידרוהלוגנציה של:



4) תאר את השלבים בסינטזה הבאה:



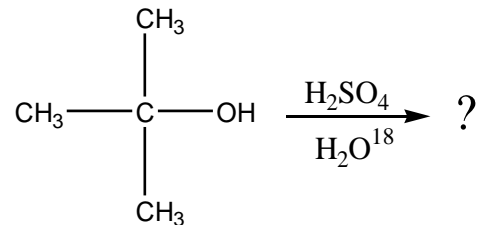
5) הצע דרך לקבל את החומרים הבאים:



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 מהכילים 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 6 - אלקנים

תוכן העניינים

1. כללי 9

אלקנים, תכונות ותגובות:

שאלות:

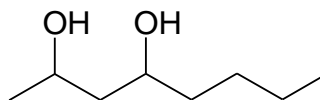
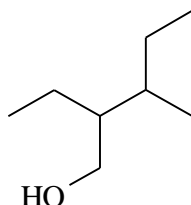
(1) ציירו את המבנים הבאים:

א. tert-butyl alcohol

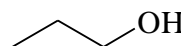
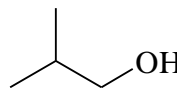
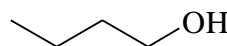
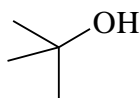
ב. 4-methyl-3-hexanol

ג. (1S, 3R)-3-methylcyclohexanol

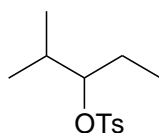
(2) תנו שמות לפי IUPAC לחומרים הבאים:



(3) סדר תרכובות לפי טמפרטורת רתיחה.

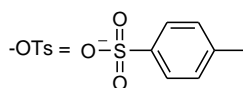


(4) תאר את השלבים בסינטזה הבאה:



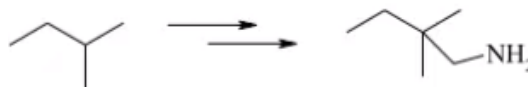
EtOH

2-methyl-2-pentene (80%) +
4-methyl-2-pentene (11%) +
2-methyl-1-pentene (9%)

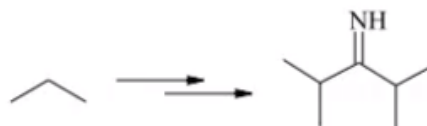


5) הצע דרך לקבל את החומרים הבאים :

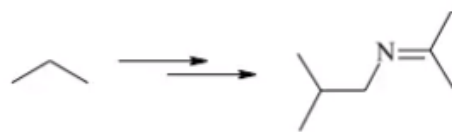
א.



ב.

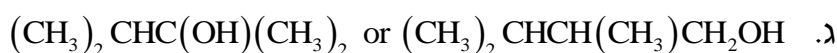
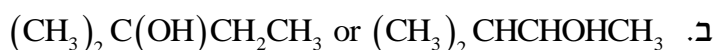


ג.

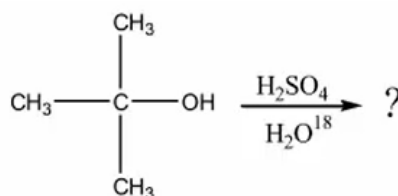


6) כאשר cis-1-t-butyl-4-chlorocyclohexane באתנול מחומם עד לרתיחה למשך מספר שעות מתקבל תוצר עיקרי trans-t-butyl-4-ethoxycyclohexane, אולם כאשר מוסף לתמיסה אשלגן טרטבוטוקסיד ($t\text{-buO}^-\text{K}^+$) בריכוז 2M, התוצר העיקרי הינו האלקן 1-t-butylcyclohexene. רשום/י מנגנון מלא לכל אחת מן התגובות והסבר 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 7 - דיאנים

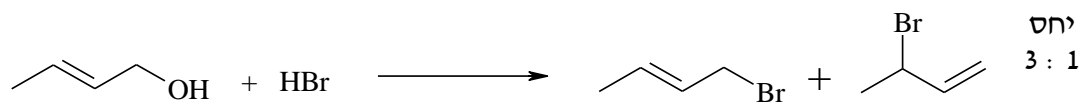
תוכן העניינים

11 1. כללי

מערכות מצומדות:

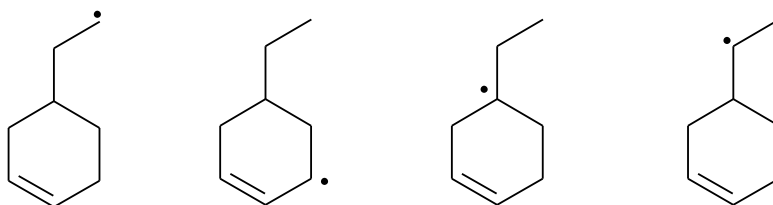
שאלות:

(1) בתגובת ההתמרה נוקלאופילית הבאה התקבלו התוצרים הבאים:

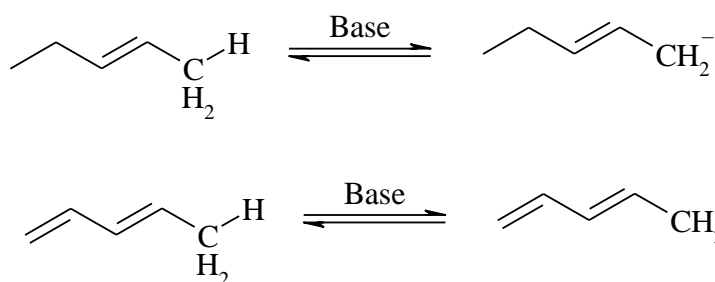


מה מנגנון התגובה?

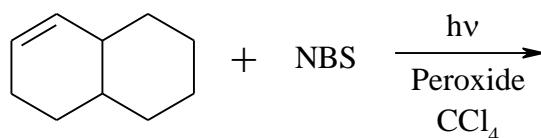
(2) דרגו את הרדיקלים האלקיליים הבאים לפי יציבותם:



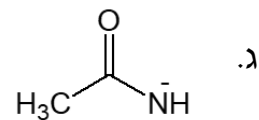
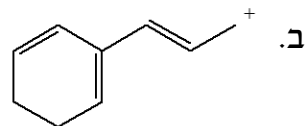
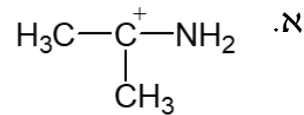
(3) לאיזו מהמולקולות הבאות חומציות גבוהה יותר (העזרו בתאוריית הרזוננס)?



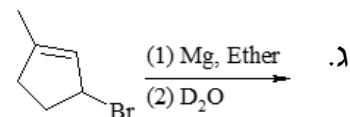
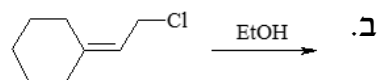
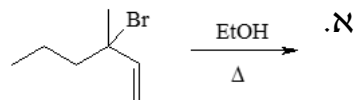
(4) כמה תוצרים יתקבלו בתגובה הבאה?



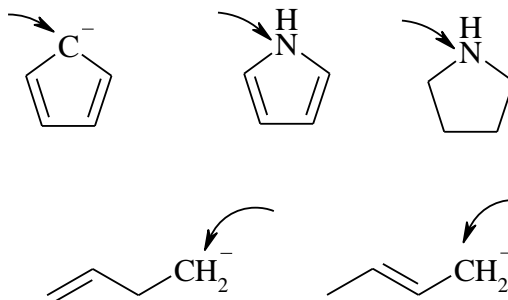
5) צייר את מבני הרזוננס האפשריים וציין מי המבנה היציב ביותר עבור כל מולקולה:



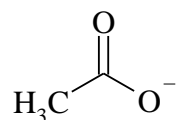
6) רשום את תוצרי התגובות הבאות:



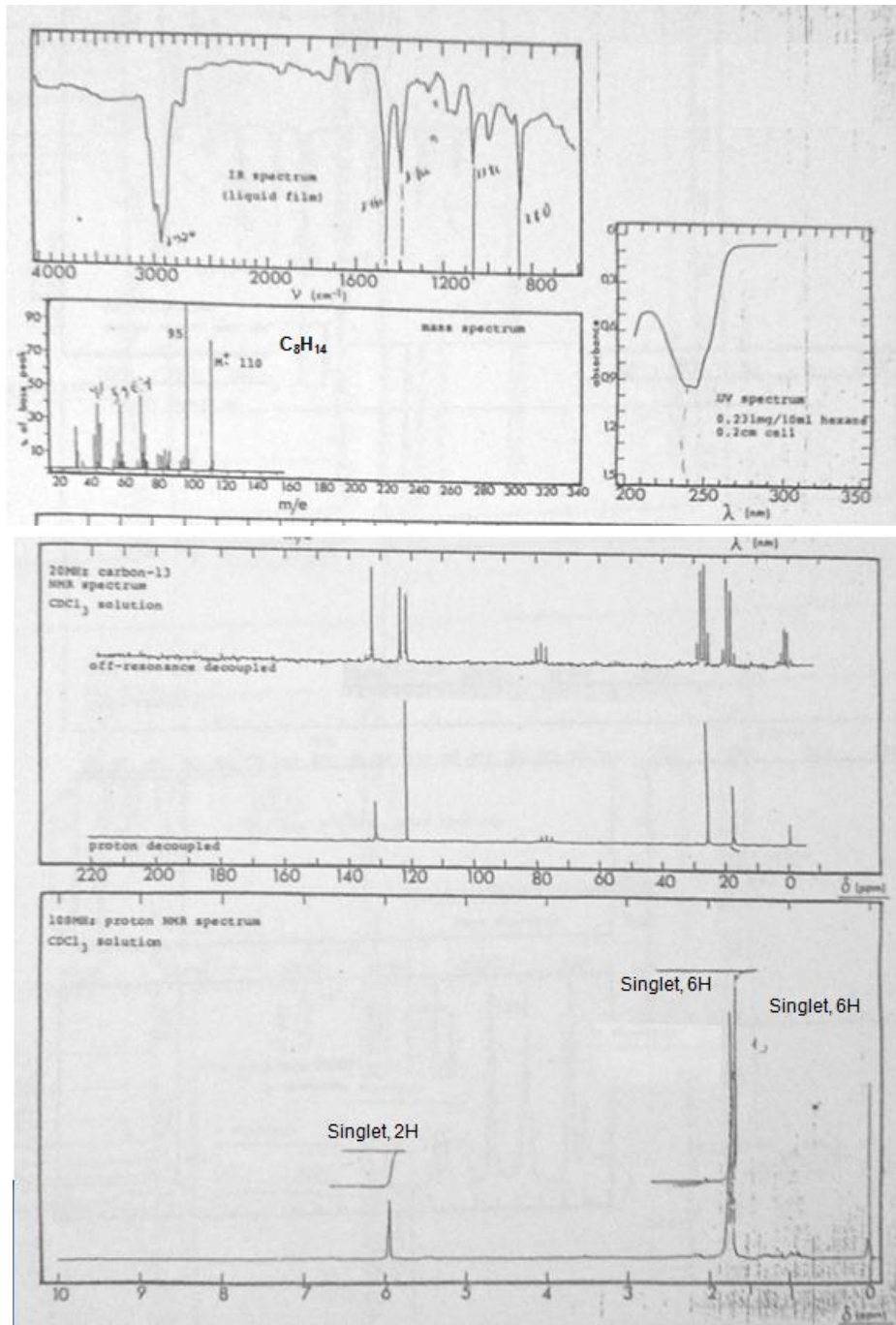
7) קבעו את ההיברידיזציה של האטומים המסומנים, והצורה המרחבית מסביב לאטום:



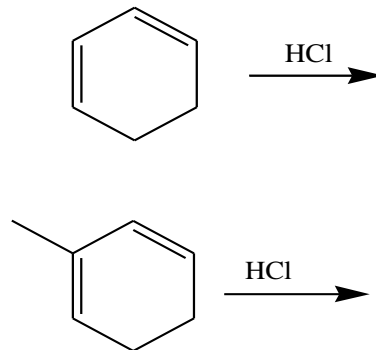
8) תוך שימוש בתיאוריית הרזוננס, הסבירו מדוע אורך שני קשרי ה-C-O במולקולה זהה?



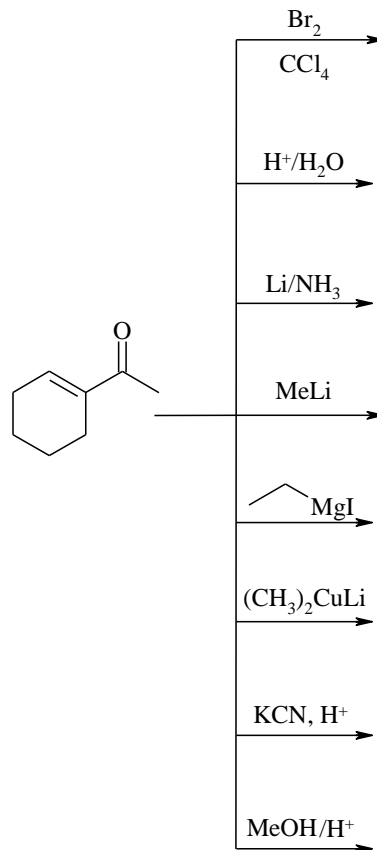
9) מהו מבנה התרכובת שמתאים לנתונים הספקטרוניים הבאים:



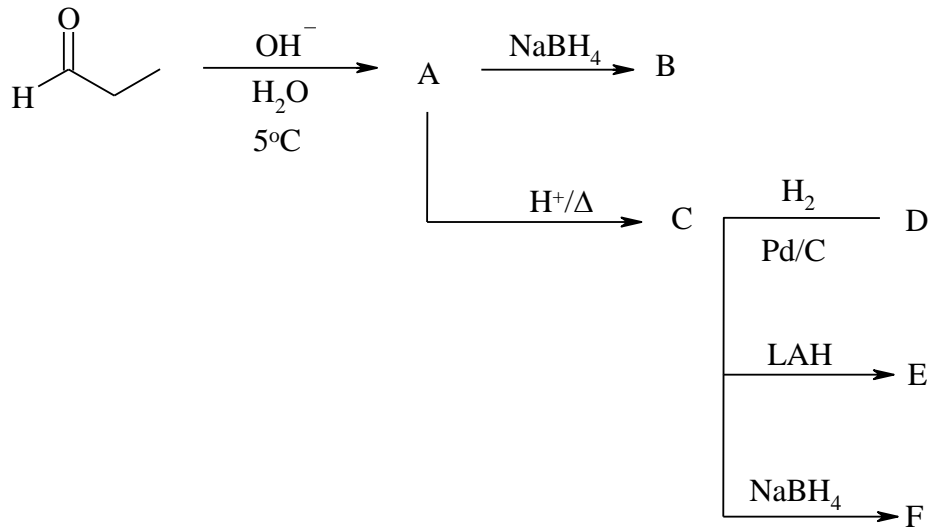
10) פרט את התוצרים המתקבלים בהידרוהלוגנציה של החומרים הבאים:



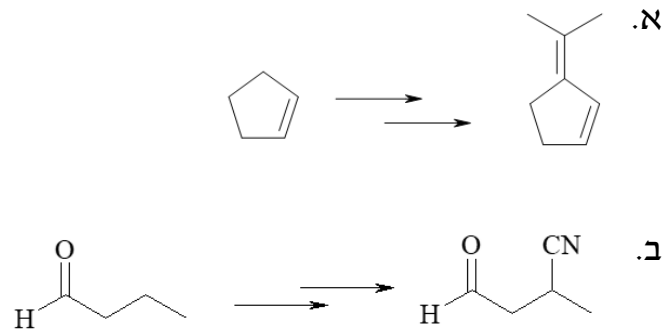
11) רשום את תוצאות התגובות הבאות:



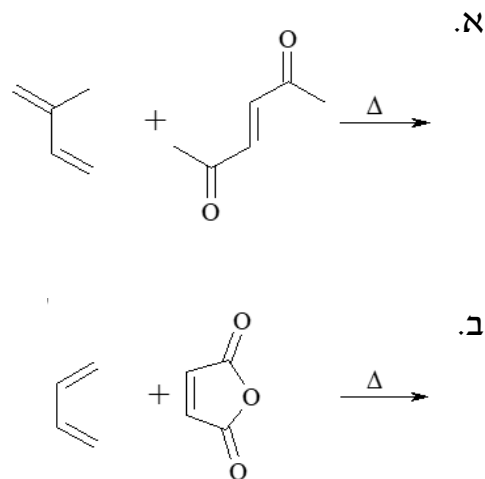
12) השלם את הסכימה הבאה:



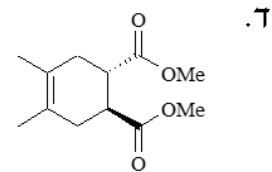
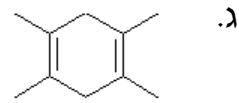
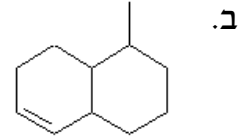
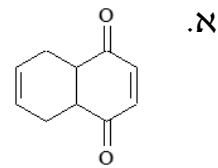
13) הצע דרך סינטטית לקבלת התוצרים הבאים:



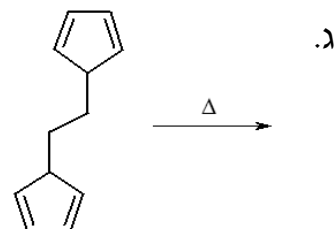
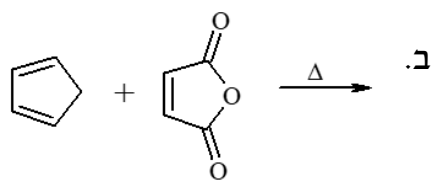
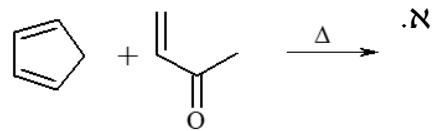
14) מה יהיו תוצרי התגובות הבאה?



15) הציעו דיאן ודיאנופיל שיתנו בתגובת דיאלס-אלדר את התוצרים הבאים:



16) מה יהיו תוצרי התגובות הבאות?



כימיה אורגנית

פרק 8 - אל איתור

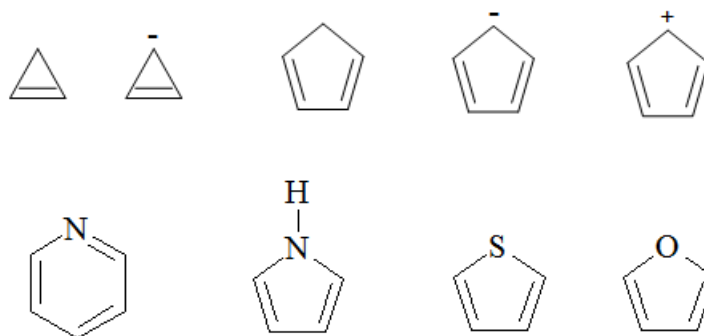
תוכן העניינים

17 1. כללי

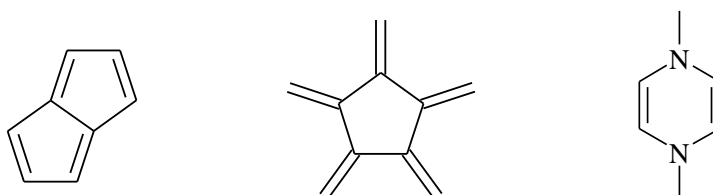
מערכות ארומטיות:

שאלות:

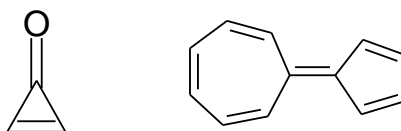
- (1) קבע/י האם המולוקולות שלפניך הינן ארומטיות, אנטי ארומטיות או לא ארומטיות ונמק/י תשובתך:



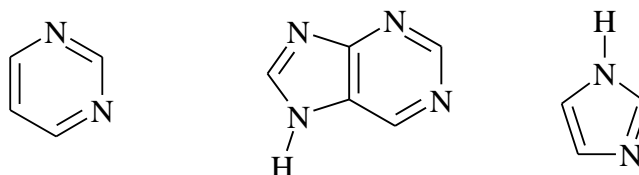
- (2) קבע/י האם המולוקולות שלפניך הינן ארומטיות, אנטי ארומטיות או לא ארומטיות ונמק/י תשובתך:



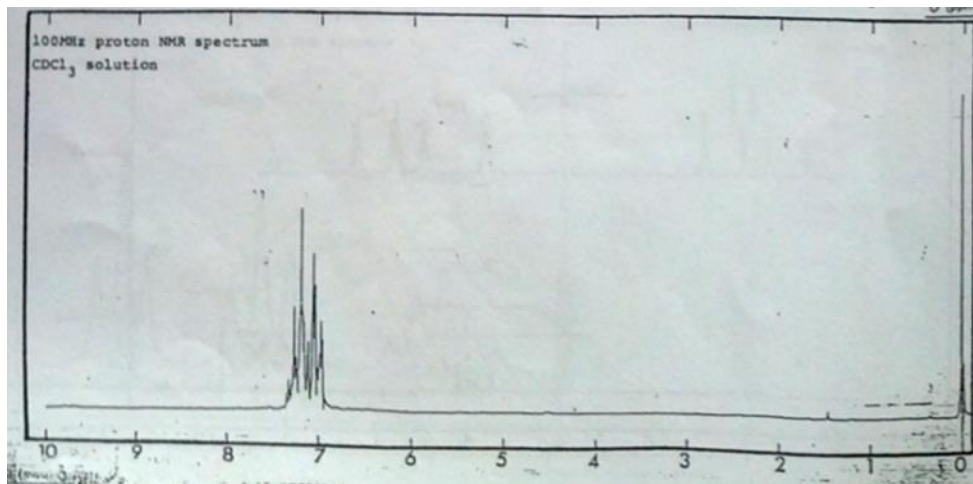
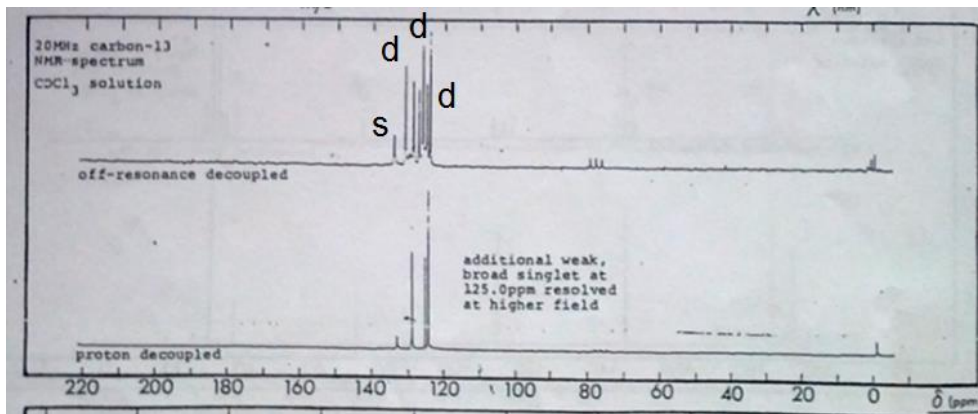
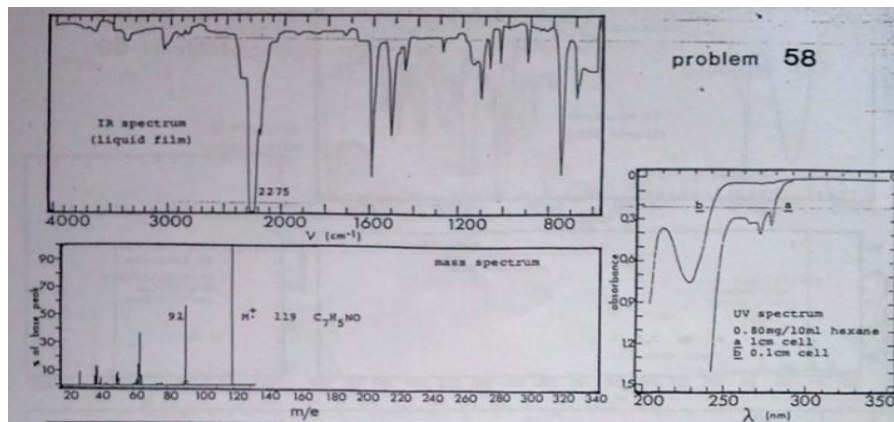
- (3) הסבר/י מדוע לחומרים הבאים יש מומט דיפול גבוה במיוחד ומדוע החומרים ארומטים (רזוננס)?



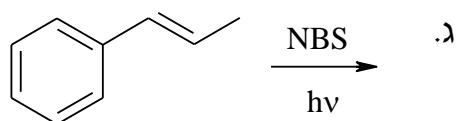
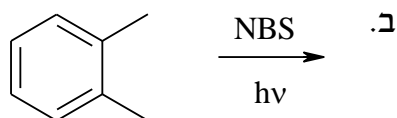
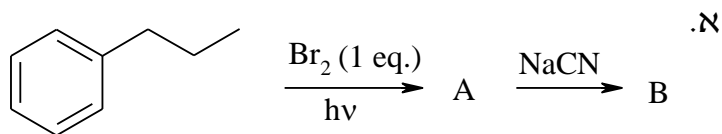
- (4) כמה חנקנים בסיסיים יש למולקולות הבאות?



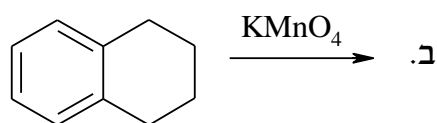
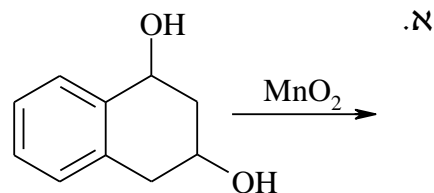
5) קבעו את מבנה החומר בהתבסס על הנתונים הספקטראליים הבאים:



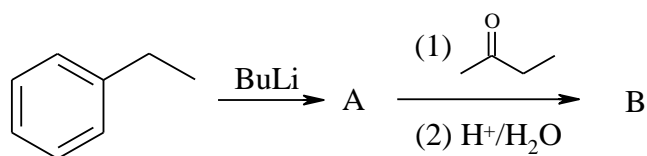
6) רשמו את תוצרי התגובות הבאות:



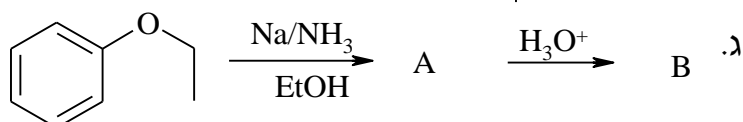
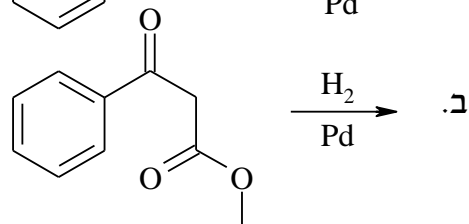
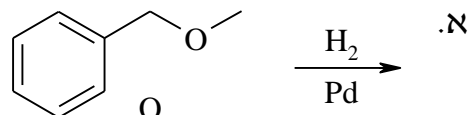
7) השלימו את התגובות הבאות:



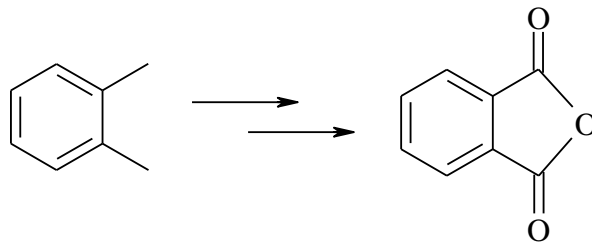
8) השלימו את הסכימה הבאה, ופרטו את המנגנון:



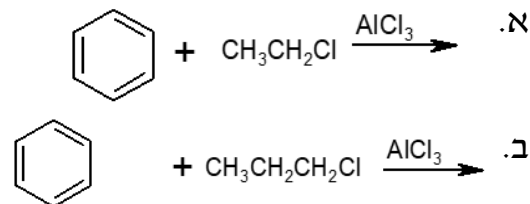
9) השלימו את התגובות הבאות:



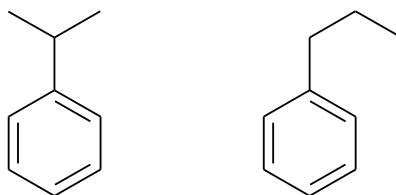
10) הציעו דרך סינטטית לקבלת החומר הבא :



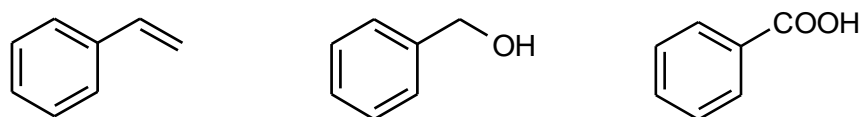
11) מה יהיו התוצרים העיקריים בתגובות הבאות :



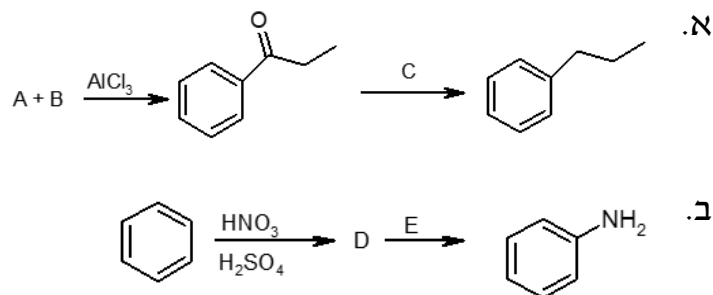
12) הצע/י דרכים להכנת החומרים הבאים מבנזן וריאגנט אורגני בעל 3 פחמנים וכל חומר אי אורגני נדרש.



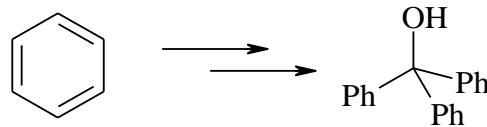
13) הצע/י דרכים להכנת החומרים הבאים מבנזן וריאגנט אורגני בעל 3 פחמנים וכל חומר אי אורגני נדרש.



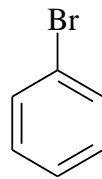
14) השלם את הסכימות הבאות :



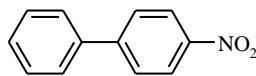
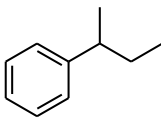
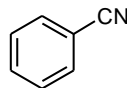
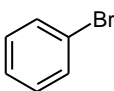
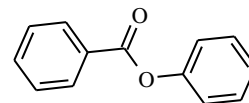
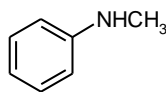
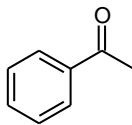
15) הציעו דרך סינטטית לקבלת החומר הבא:



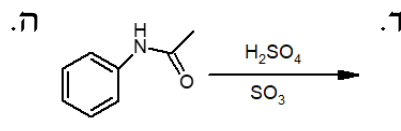
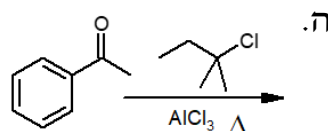
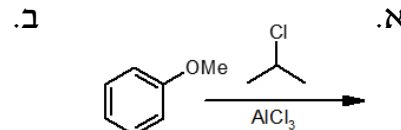
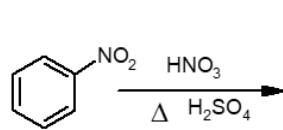
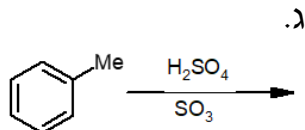
16) הראה את כל מצבי הרזוננס האפשריים להתקפה אלקטרופילית על ברומבנזן, סמן את הצורות הרזונטיביות המייצבות את הקרבוקטיון.



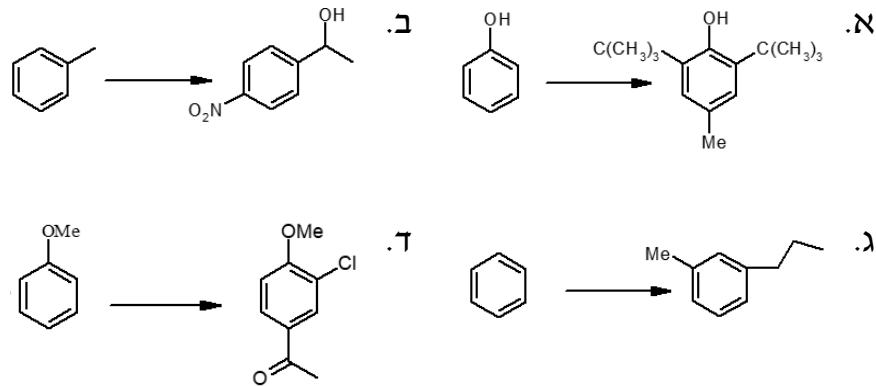
17) רשום את המבנים הצפויים להתקבל בתגובת מונוברומינציה של כל אחד מהמבנים הבאים. השווה האם התהליך יהיה מהיר יותר או איטי יותר בהשוואה לבנזן.



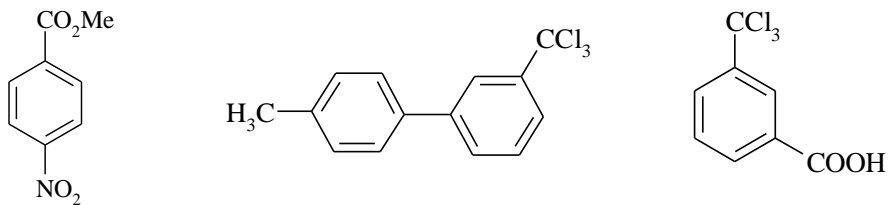
18) מהם התוצרים בתגובות הבאות?



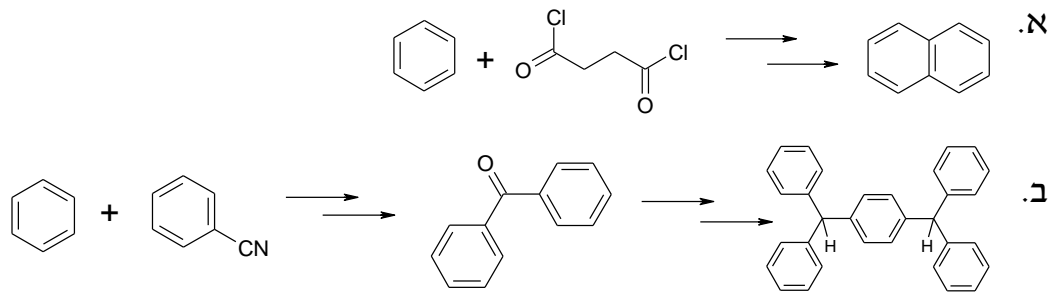
19) כיצד תכין/י את החומרים הבאים מבנזן או מחומר המוצא הנתון וחומרים אחרים בהתאם לצורך?



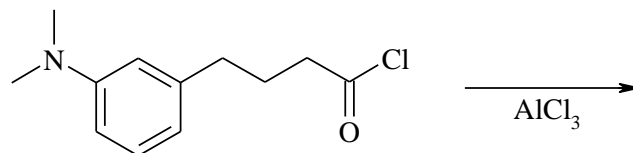
20) רשום את המבנים הצפויים להתקבל בתגובת ניטרציה של כל אחד מהמבנים הבאים. השווה האם התהליך יהיה מהיר יותר או איטי יותר בהשוואה לבנזן.



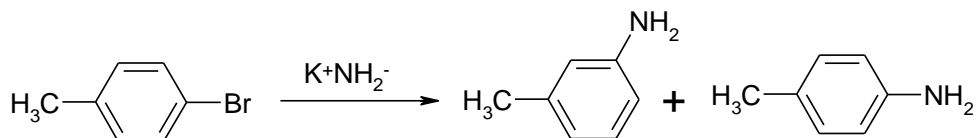
21) הציעו דרך סינטטית לקבלת התוצרים הבאים:



22) מהו תוצר התגובה הבאה? רשמו את המנגנון.



23) הציעו מנגנון לתגובה הבאה:



כימיה אורגנית

פרק 9 - חומצות אמינו, פפטידים וחלבונים

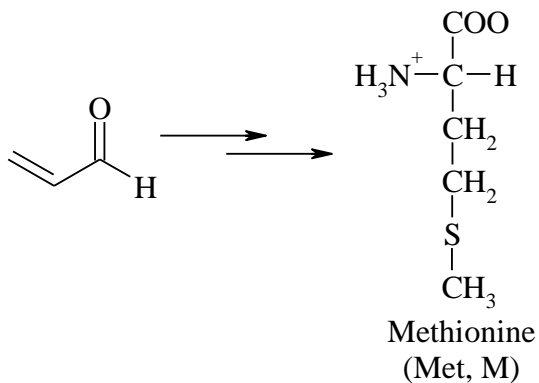
תוכן העניינים

1. כללי..... 23

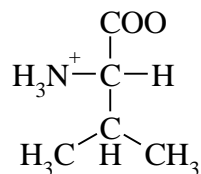
חומצות אמינו, פפטידים וחלבונים:

שאלות:

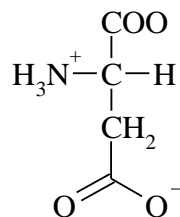
1) הכן את חומצת האמינו מתיונין מחומר המוצא הבא:



2) פרטו את שלבי סינטזת גבריאל לקבלת ואלין:

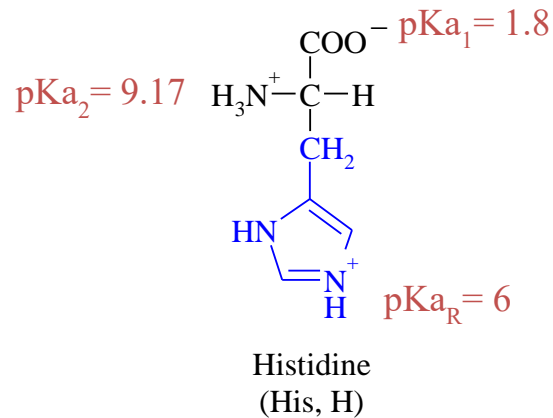


3) פרטו את שלבי סינטזת גבריאל לקבלת חומצה אספרטית:



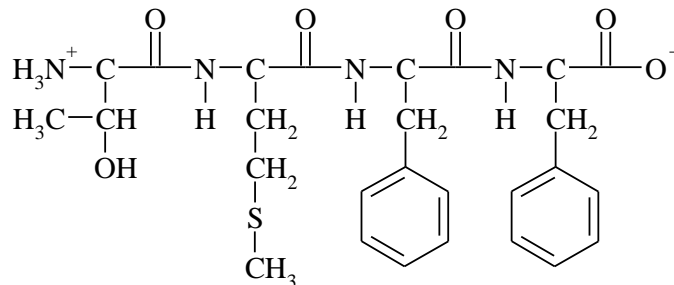
4 ענה על הסעיפים הבאים :

- א. רשום/י את הצורות השונות של חומצת האמינו היסטידין במעבר מ-pH חומצי לניטרלי ולבסיסי.
 ב. חשבו את הנקודה האזואלקטרית :

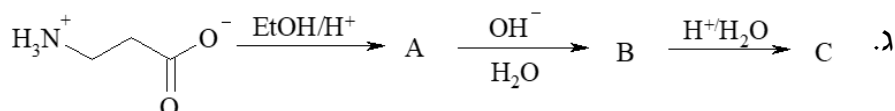
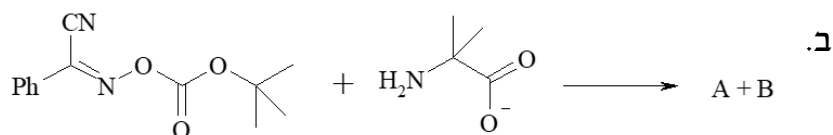
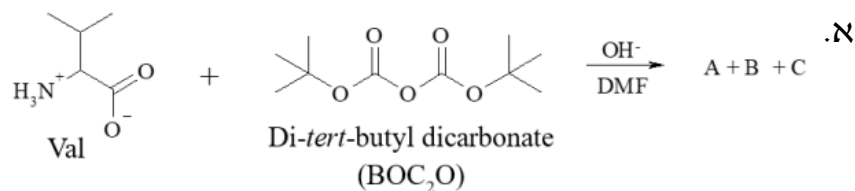


5 ענה על הסעיפים הבאים :

- א. רשמו את רצף חומצות האמינו בפפטיד הנתון. ציין את הקצה ה-N טרמינלי וה-C טרמינלי.
 ב. הציעו 2 פפטידים נוספים בעלי אותו הרכב חומצות אמינו.



6 קבע את תוצרי התגובות הבאות :



7) ענה על הסעיפים הבאים :

א. פרטו את שלבי הסינטזה של Met-Val.

ב. פרטו את שלבי הסינטזה של Val-Met.

8) כיצד תסנתז את הרצף Ser-Leu-Ala בפאזה מוצקה?

כימיה אורגנית

פרק 10 - ספקטרוסקופיה

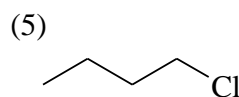
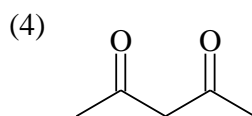
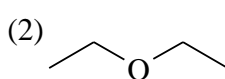
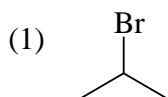
תוכן העניינים

1. כללי 26

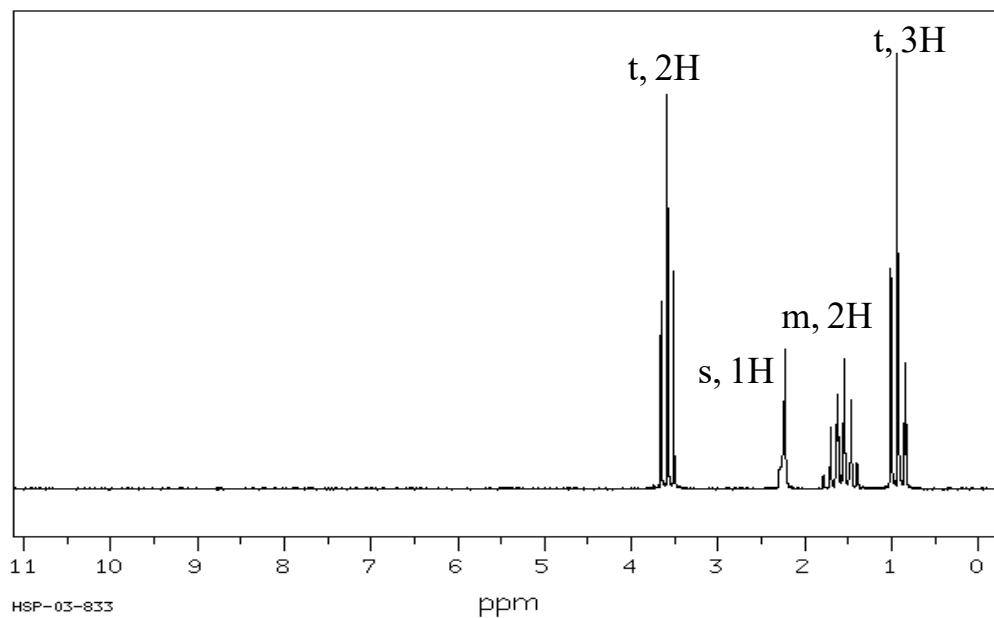
ספקטרוסקופיה:

שאלות:

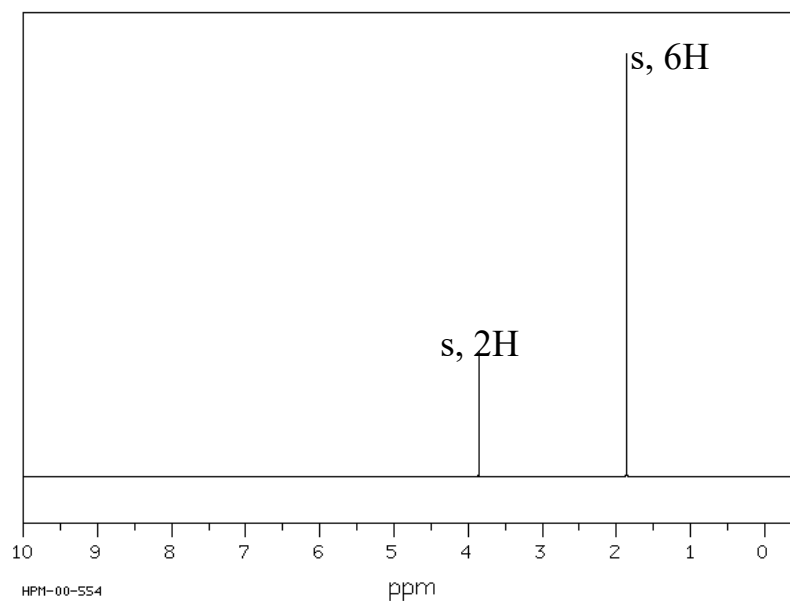
- (1) בספקטרום IR, הקשר C-H באלדהיד בולע בטווח $2700-2800\text{ cm}^{-1}$. מהו טווח אורכי הגל של האור הנבלע? מה אנרגיית הפוטון בעל אורכי גל אלו?
- (2) תדירות הרזוננס של המימן בכלורופורם, CHCl_3 , היא 1456 Hz בשדה נמוך יותר מ-TMS במכשיר 200 MHz .
 א. מה ההיסט הכימי (δ) של מימן זה?
 ב. אם המדידה היתה נעשית במכשיר 600 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, ...).



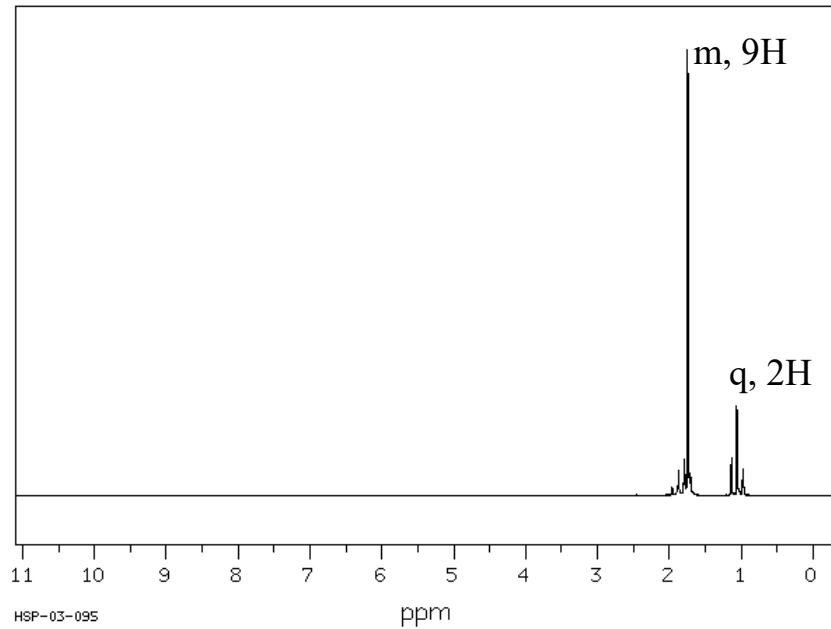
4) זהה את האיזומר של התרכובת בעלת הנוסחה המולקולרית C_3H_8O לפי ספקטרום ה- 1H NMR הבא:



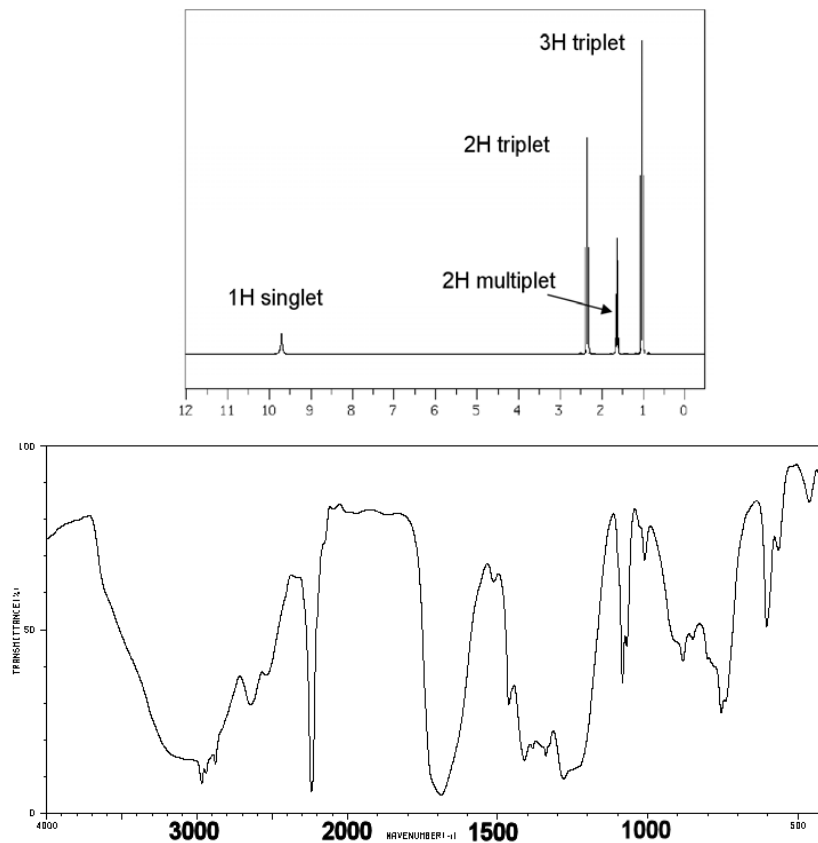
5) זהה את האיזומר של התרכובת בעלת הנוסחה המולקולרית $C_4H_8Br_2$ לפי ספקטרום ה- 1H NMR הבא:



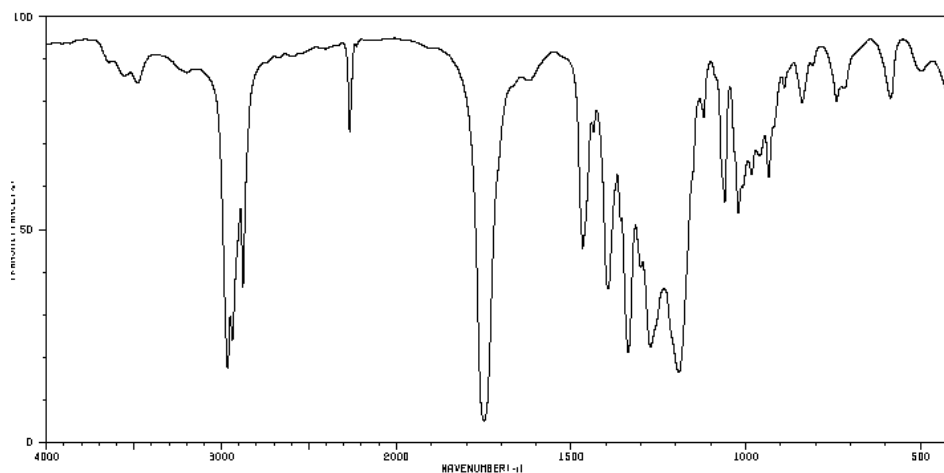
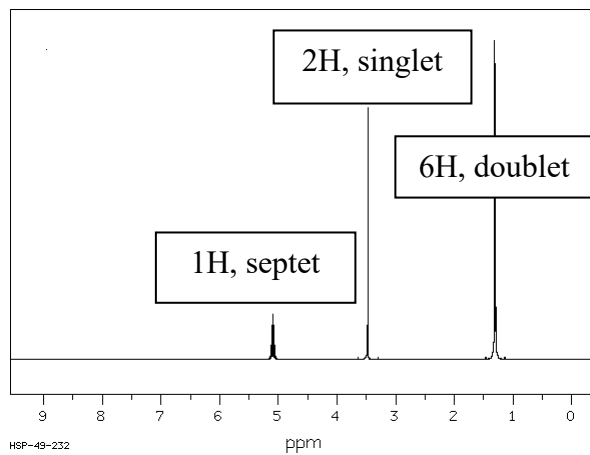
6) זהה את האיזומר של התרכובת בעלת הנוסחה המולקולרית $C_5H_{11}Br$ לפי ספקטרום ה- 1H NMR הבא:



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:

