כימיה אורגנית

תוכן העניינים

1. מבוא ומושגי יסוד 1
2. אלקאנים 2
3. תגובות של אלקאנים 3
4. התמרה נוקלאופילית 4
5. אלימינציה 6
6. סטריאוכימיה 8
7. אלקנים, תכונות ותגובות 10
8. אלקינים וניטרילים - תכונות ותגובות ..... (ללא ספר)
9. כהלים ואתרים, תיאולים וסולפידים 12
10. אמינים 14
11. סוכרים 16
12. חומצות ובסיסים ..... (ללא ספר)
13. שיווי משקל כימי ..... (ללא ספר)
14. שיווי משקל בתגובת שיקוע של חומר יוני 19

כימיה אורגנית

פרק 1 - מבוא ומושגי יסוד

תוכן העניינים

1. כללי 1

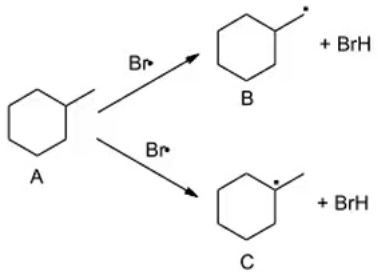
מבוא ומושגי יסוד:

שאלות:

1) צייר עבור המולקולות הבאות את סוג ההכלאה של כל אטום פחמן.
האם למולקולות מומנט דיפול?
$HCCCCH$, $H_2CC(CH_3)CCH$.

2) צייר עבור המולקולות הבאות את סוג ההכלאה של כל אטום פחמן.
האם למולקולות מומנט דיפול?
$FCHCHF$.

3) תגובה של חומר A עם $Br\cdot$ (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

תוכן העניינים

1. כללי 2

אלקאנים:

שאלות:

1) ציירו את השלכת ניומן לקשר C_1-C_2 של methylcyclohexane.

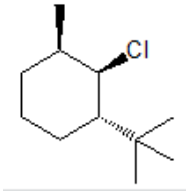
א. כאשר המתיל בעמדה אקווטוריאלית.

ב. כאשר המתיל בעמדה אקסיאלית.

ג. מהי האינטראקציה בין המתיל ל-C_3 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.

$$CH_3CH_2CH_2\text{-}H \longrightarrow CH_3CH_2CH_2\bullet + H\bullet \qquad \Delta H=423\ kj/mol$$

$$CH_3\underset{\underset{H}{|}}{C}HCH_3 \longrightarrow CH_3\overset{\bullet}{C}HCH_3 + H\bullet \qquad \Delta H=413\ kj/mol$$

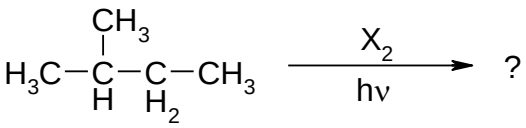
3) כלורינציה של מתאן מתרחשת בטמפרטורת החדר בנוכחות אור או בחושך בחימום.

$$CH_4 + Cl_2 \xrightarrow[or\ light]{heat} ?$$

א. ציינו את שלבי תגובה רדיקלית (initiation, propagation, termination) המובילים לתוצרי **מונוכלורינציה** בלבד.
צייר/י את המנגנון (מעברי אלקטרונים, מבני לואיס רלוונטיים)

ב. בתגובה זו מתקבלות עקבות של כלורואתאן (CH_3CH_2Cl).
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 - התמרה נוקלאופילית

תוכן העניינים

1. כללי 4

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

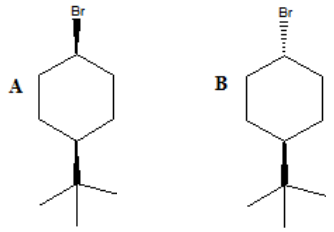
2) עבור תגובות S_N2 הבאות, רשמו איזו תגובה תצא לפועל ואיזו תגובה תתרחש לאט מאוד/בכלל לא, הסברו.

א. $CH_3CN + I^- \rightarrow CH_3I + CN^-$

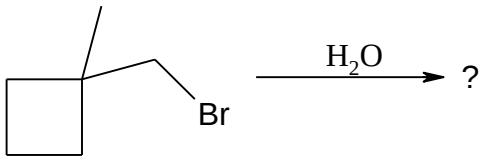
ב. $CH_3F + Cl^- \rightarrow CH_3Cl + F^-$

ג. $CH_3OTs + Cl^- \rightarrow CH_3Cl + TsO^-$

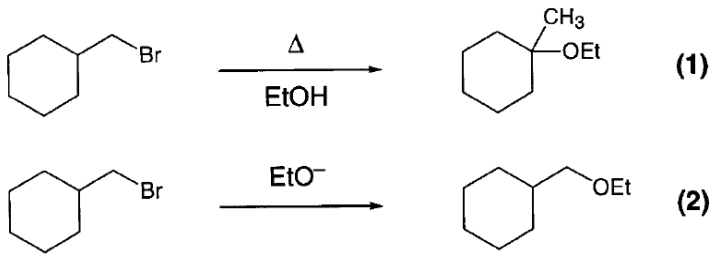
3) מי מבין שני החומרים A ו- B מגיב מהר יותר מנגנון S_N1?
הסבירו באמצעות מנגנון מפורט.



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 ($t\text{-buO}^-K^+$) בריכוז 2M, התוצר העיקרי הינו האלקן 1-t-butylcyclohexene.
רשום/י מנגנון מלא לכל אחת מן התגובות והסבר את התוצאות.

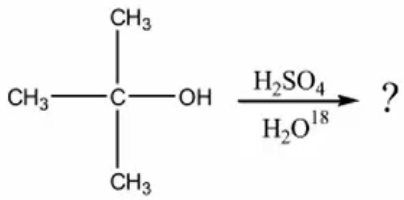
7) רשום מי מהכהלים הבאים יעבור דה-הידרציה מהירה יותרף

א. $CH_3CH_2CH_2CH_2CH_2OH$ or $CH_3CH_2CH_2CHOHCH_3$

ב. $(CH_3)_2C(OH)CH_2CH_3$ or $(CH_3)_2CHCHOHCH_3$

ג. $(CH_3)_2CHC(OH)(CH_3)_2$ or $(CH_3)_2CHCH(CH_3)CH_2OH$

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 - אלימינציה

תוכן העניינים

1. כללי 6

אלימינציה:

שאלות:

1) אילו תוצרים צפויים להתקבל ב**דהידרוהלוגנציה** (E2) של:

א. 1-bromohexane

ב. 2-bromohexane

ג. 3-bromo-2-methylpentane

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

א. 1-bromo-3-methylbutane

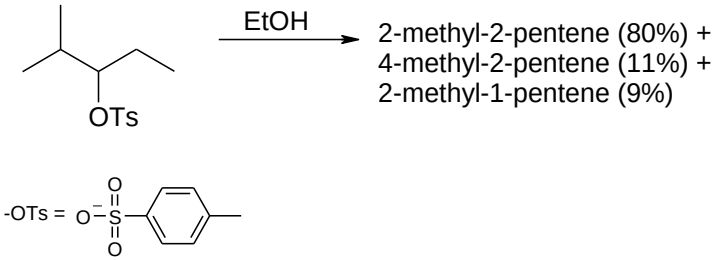
ב. 2-bromo-2-methylbutane

ג. 3-bromo-2-methylbutane

3) מהו התוצר העיקרי המתקבל בדהידרוהלוגנציה של:

trans-1-bromo-2-methylcyclohexane

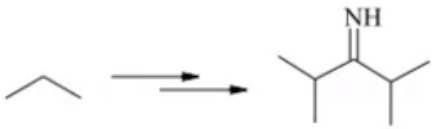
4) תאר את השלבים בסינטזה הבאה:



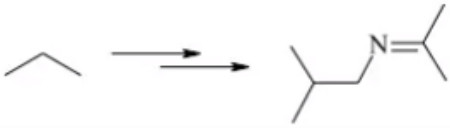
5) הצע דרך לקבל את החומרים הבאים:

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 4-t-butylcyclohexene. רשום/י מנגנון מלא לכל אחת מן התגובות והסבר את התוצאות.

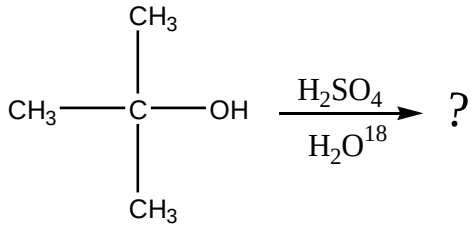
7) רשום מי מהכהלים הבאים יעבר דה-הידרציה מהירה יותר:

א. $CH_3CH_2CH_2CH_2CH_2OH$ or $CH_3CH_2CH_2CHOHCH_3$

ב. $(CH_3)_2C(OH)CH_2CH_3$ or $(CH_3)_2CHCHOHCH_3$

ג. $(CH_3)_2CHC(OH)(CH_3)_2$ or $(CH_3)_2CHCH(CH_3)CH_2OH$

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 - סטריאוכימיה

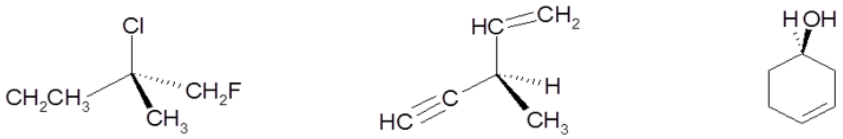
תוכן העניינים

1. כללי 8

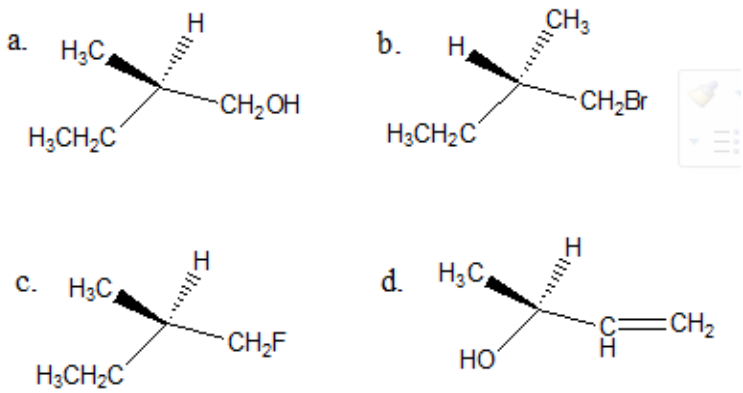
סטריאוכימיה:

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 α=+3.64 .

ב. תמיסה המכילה 1.92gr של 2-bromooctane ב-10ml אתר נותנת זווית סיבוב $\alpha = -3.6°$ בתא באורך של 5cm.

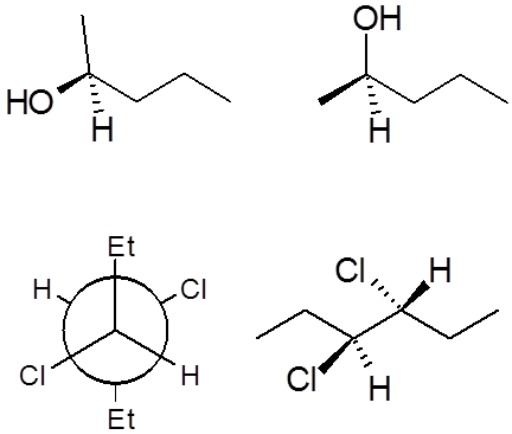
4) התקבלה תערובת אננטיומרים בעלת $[\alpha]_D = 310°$ בטמפרטורה 22°C.
ידוע בספרות שאננטיומר אחד בעל קונפיגורציה R באותה טמפרטורה נותן $[\alpha]_D = 357°$. מהו הניקיון האופטי (%ee) ומהוא האחוז של כל אננטיומר בתערובת?

5) R-Glycidol טהור אופטית בעל זווית סיבוב ספציפית $[\alpha]_D = 12°$ (ללא ממס).

א. מה תהיה זווית הסיבוב הנמדדת של דוגמא של החומר בה 75% הוא אנטיומר ה-R והשאר אנטיומר ה-S?

ב. מה תהיה זווית הסיבוב הנמדדת של דוגמא של החומר בה 75% הוא אנטיומר ה-S והשאר R-pinene $\left([\alpha]_D = 50.7°\right)$?

6) קבעו את הקונפיגורציה האבסולוטית עבור כל אחד מהמרכזים הכיראלים בחומרים הבאים וציין/ציינו עבור כל זוג חומרים את היחס בינם (אנטיומרים, דיאסטריומרים וכו').



כימיה אורגנית

פרק 7 - אלקנים, תכונות ותגובות

תוכן העניינים

1. כללי 10

אלקנים, תכונות ותגובות:

שאלות:

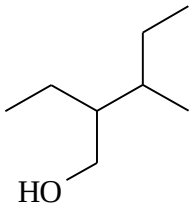
1) ציירו את המבנים הבאים:

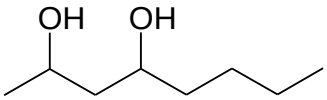
א. tert-butyl alcohol

ב. 4-methyl-3-hexanol

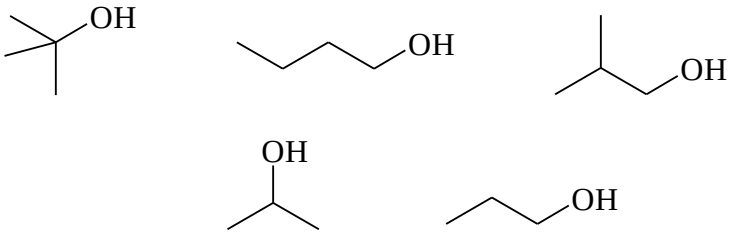
ג. (1S, 3R)-3-methylcyclohexanol

2) תנו שמות לפי IUPAC לחומרים הבאים:

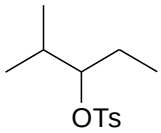




3) סדר תרכובות לפי טמפרטורת רתיחה.

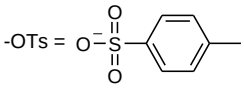


4) תאר את השלבים בסינטזה הבאה:



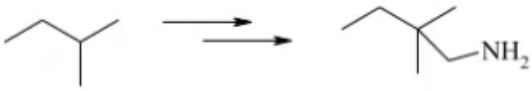
EtOH →

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

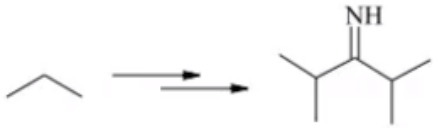


5) הצע דרך לקבל את החומרים הבאים:

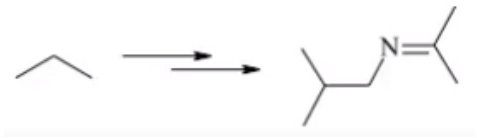
א.



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 ($t\text{-}buO^-K^+$) בריכוז 2M, התוצר העיקרי הינו האלקן 1-t-butylcyclohexene.
רשום/י מנגנון מלא לכל אחת מן התגובות והסבר את התוצאות.

כימיה אורגנית

פרק 8 - אלקינים וניטרילים - תכונות ותגובות

תוכן העניינים

1. כללי ..... (ללא ספר)

כימיה אורגנית

פרק 9 - כהלים ואתרים, תיאולים וסולפידים

תוכן העניינים

1. כללי 12

כהלים ואתרים, תיאולים וסולפידים:

שאלות:

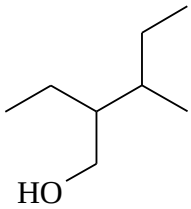
1) ציירו את המבנים הבאים:

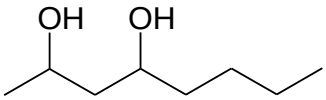
א. tert-butyl alcohol

ב. 4-methyl-3-hexanol

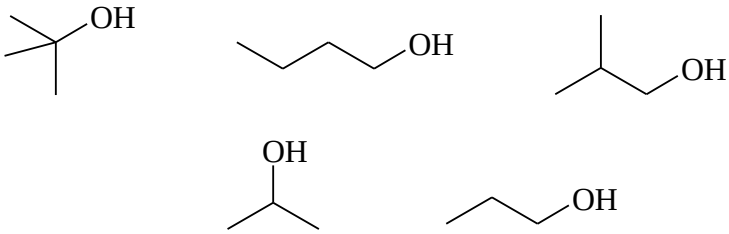
ג. (1S, 3R)-3-methylcyclohexanol

2) תנו שמות לפי IUPAC לחומרים הבאים:

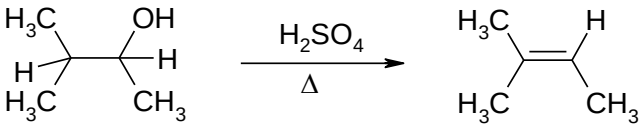


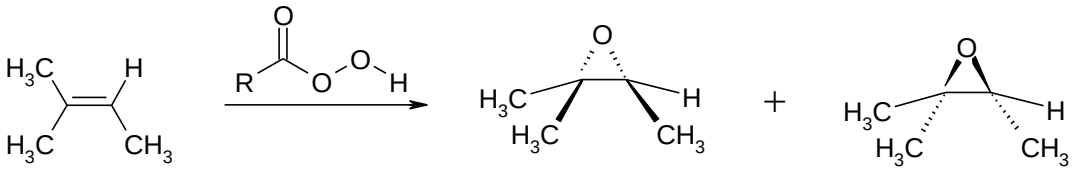


3) סדר תרכובות לפי טמפרטורת רתיחה.



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.

כימיה אורגנית

פרק 10 - אמינים

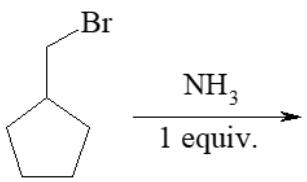
תוכן העניינים

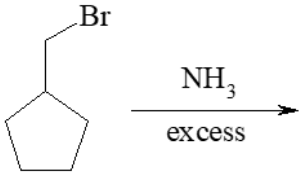
1. כללי 14

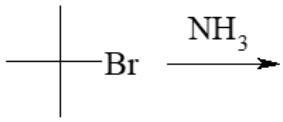
אמינים:

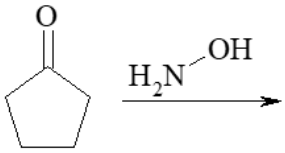
שאלות:

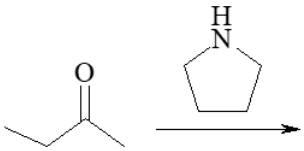
1) מהם התוצרים בתגובות הבאות:

א.


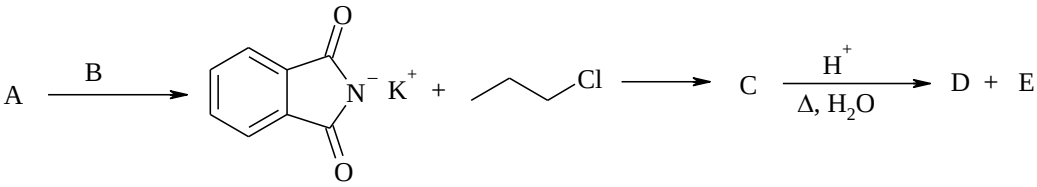
ב.


ג.


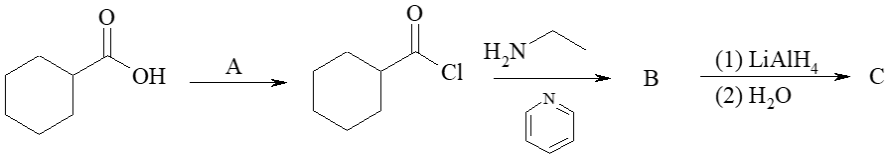
ד.


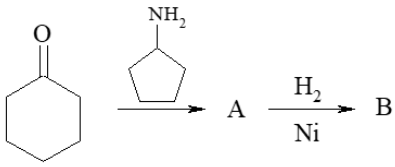
ה.


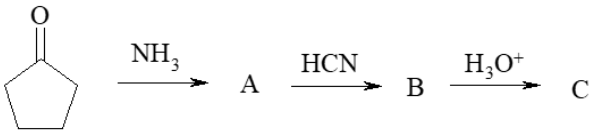
2) השלם את הסכימה הבאה:



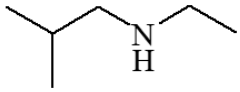
3) השלם את הסכימות הבאות:

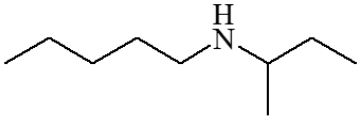
א.


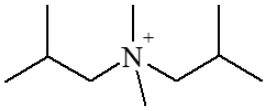
ב.


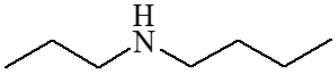
ג.


4) הכן את החומרים הבאים תוך שימוש כהלים המכילים עד 4 פחמנים וכל ריאגנט אי-אורגני:

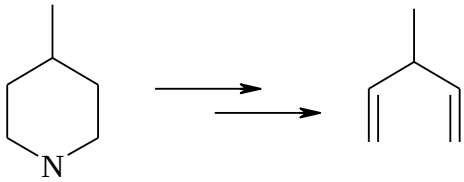
א. 

ב. 

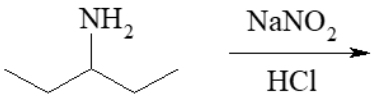
ג. 

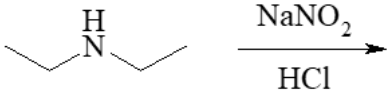
ד. 

5) הצע דרך סינטטית לקבלת התוצר הבא:

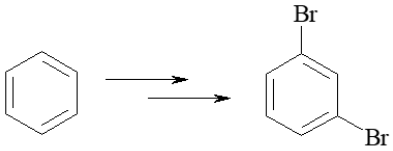


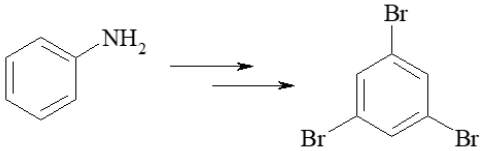
6) השלם את התוצרים:

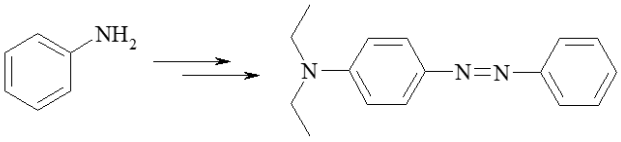
א. 

ב. 

7) הצע דרך סינטטית לקבלת התוצרים הבאים:

א. 

ב. 

ג. 

כימיה אורגנית

פרק 11 - סוכרים

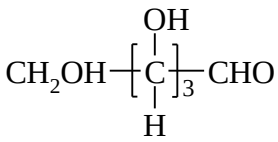
תוכן העניינים

1. כללי 16

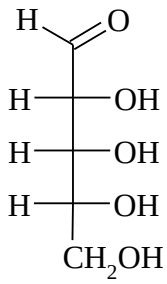
סוכרים:

שאלות:

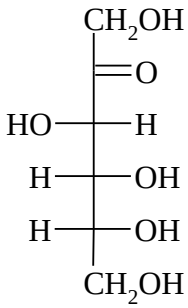
1) פרט את כל הסטראואיזומרים של החומר הבא על ידי שימוש בהשלכת פישר, קבע עבור כל אחד מהם אם הוא D או L וכן ציין את היחסים ביניהם (דיאסטראומרים או אנטיומרים).



2) ציירו את השלכת Howarth של הסוכרים הבאים עבור צורת ה- α וה- β שלהם.
פרטו מנגנון עבור ריבוז:

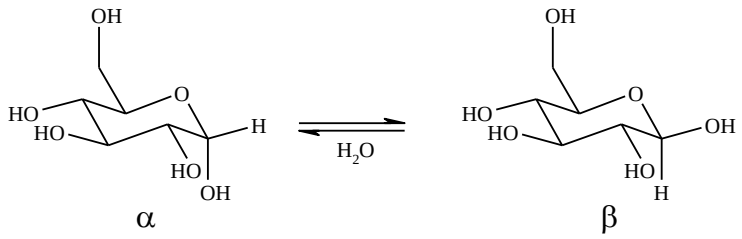


D-Ribose ⟶ D-Ribopyranose

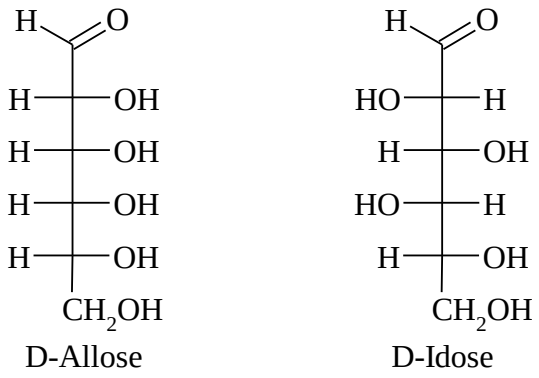


D-Fructose ⟶ D-Fructofuranose

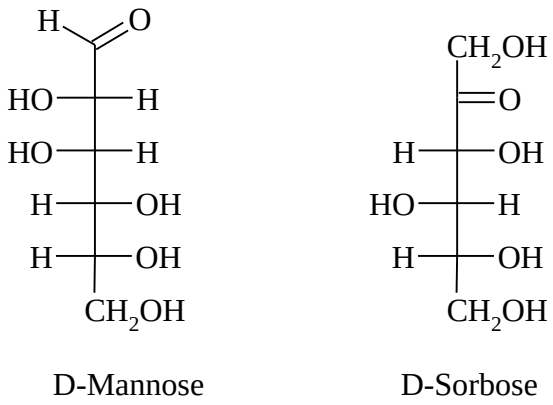
3) פרט מנגנון מוטרוטציה של D-glucopyrnose מאנומר α ל- β.



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

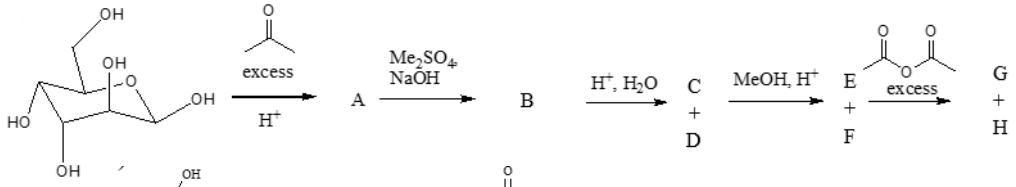


5) רשמו את תוצרי התגובה האפשריים של הסוכרים הבאים עם MeOH בסביבה חומצית (D-Mannose נותן פיראנוז, ו-D-sorbose נותן פוראנוז).

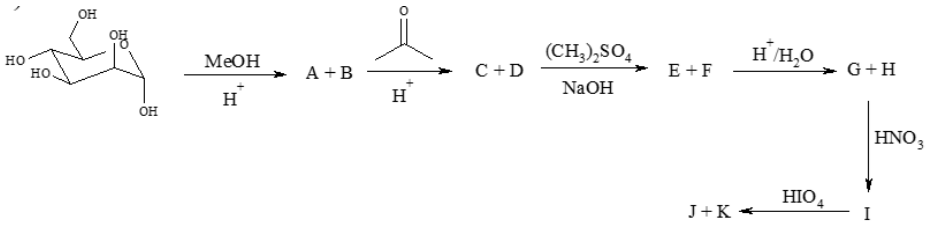


6) השלימו את הסכימה הבאות:

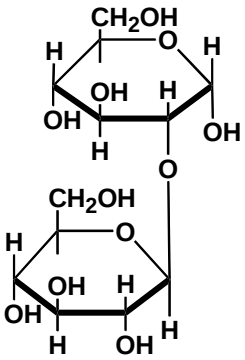
א.



ב.



7) נתונה נוסחת המבנה של Sophorose.



א. האם זהו חד, דו או רב-סוכר?

ב. אפיינו את הקשר הגליקוזידי בו.

ג. האם רשומה צורת α או β של הסופרוז?

ד. האם ניתן יהיה לחזר את הסופורוז במחזרים ספציפיים לאלדהיד?

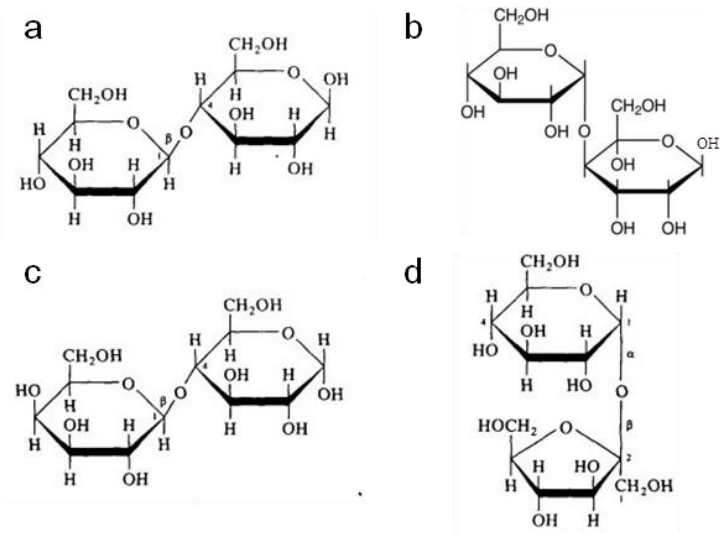
ה. כמה פחמנים אסימטריים יש בסופורוז?

8) זהה את הדיסכרידים הבאים:

א. בהידרוליזה חומצית של סוכרוז וטוראנוז מתקבלת מולקולה אחת של אלדוהקסוז ומולקולה אחת של קטוהקסוז.

ב. בהידרוליזה חומצית של סלוביאוז מקבלים אותו אלדוהקסוז, בעוד שלקטוז נותן שתי אלדוהקסוזות שונות.

ג. לקטוז, טוראנוז סלוביאוז הינם דיסכרידים מחזרים.



כימיה אורגנית

פרק 12 - חומצות ובסיסים

תוכן העניינים

1. כללי ..... (ללא ספר)

כימיה אורגנית

פרק 13 - שיווי משקל כימי

תוכן העניינים

1. כללי ..... (ללא ספר)

כימיה אורגנית

פרק 14 - שיווי משקל בתגובת שיקוע של חומר יוני

תוכן העניינים

1. שיווי משקל בתגובת שיקוע של חומר יוני..... 19

שיווי משקל בתגובת שיקוע של חומר יוני

שאלות

1) ענו על הסעיפים הבאים:

א. המסיסות של המלח $Pb3(PO_4)_2$ היא $1.1\cdot10^{-5}$ גרם ב-100 גרם מים, בטמפרטורה של $20°C$.
חשבו את ה-K_{sp} של $Pb3(PO_4)_2$.

ב. להלן שתי תמיסות רוויות, האחת ב-CuS והשנייה ב-Fe_2S_3.
באיזו מהן ריכוז ה-S^{2-} נמוך יותר?
נתון כי $K_{sp}(Fe_2S_3)=1.0\cdot10^{-88}$; $K_{sp}(CuS)=8.0\cdot10^{-36}$.

2) כמה גרם של $La(IO_3)_3$ ניתן להמיס ב:

א. 250 מ"ל מים?

ב. 250 מ"ל תמיסת $LiIO_3$ בריכוז של $0.05M$?

נתון כי $K_{sp}(La(IO_3)_3)=1.0\cdot10^{-11}$.

3) הוסיפו תמיסה מרוכזת של KIO_3, במנות קטנות, לתמיסה של Ba^{2+} בריכוז $0.05M$, ו-Ag^+ ב-$0.04M$.

א. איזה יון ישקע קודם?
נתון כי $K_{sp}(Ba(IO_3)_2)=10^{-9}$; $K_{sp}(AgIO_3)=10^{-11}$.

ב. מה יהיה ריכוז יון זה בתמיסה, כאשר היון השני עומד לשקוע?

4) נתונה תמיסת מלח קשה-תמס $Ba(IO_3)_2$, כאשר ריכוז היון השלילי בתמיסה הוא $1.26\cdot10^{-3}M$.

א. חשבו את ה-K_{sp} עבור $Ba(IO_3)_2$.

ב. חשבו את מסיסותו של $Ba(IO_3)_2$ בתמיסה של $NaIO_3$ בריכוז $0.01M$.

כתבה ופתרה – ד"ר אבלינה ברט ©

5) להלן תמיסה המכילה יוני Cl^- , Br^- , I^- ו- CrO_4^{2-} , כאשר ריכוז כל יון הוא $0.1M$, שהוסיפו לה בהדרגה תמיסת $AgNO_3$.
איזה משקע יופיע ראשון, ובאיזה סדר יופיעו שאר המשקעים?
נתון כי $K_{sp}(AgI)=8.3\cdot10^{-17};\ K_{sp}(AgBr)=5\cdot10^{-13}$
$K_{sp}(AgCl)=1.8\cdot10^{-10};K_{sp}(Ag_2CrO_4)=1.2\cdot10^{-12}$.

6) הוסיפו 0.5 ליטר של תמיסת $TlNO_3$, בריכוז $2.8\cdot10^{-4}\ M$, ל-0.5 ליטר תמיסת KI בריכוז זהה. נתון כי $K_{sp}(TlI)=4\cdot10^{-8}$.
האם יופיע משקע?

7) ריכוז יוני Ag^+ בתמיסה מסוימת הוא $4\cdot10^{-3}$. נתון כי $K_{sp}(AgCl)=1.8\cdot10^{-10}$.
חשבו את הריכוז המקסימלי של יוני כלור שניתן להוסיף, עד ש- $AgCl_{(s)}$ יחל לשקוע.

8) נתון חומר יוני קשה-תמס CH_3COOAg $\left(K_{sp}=5.2\cdot10^{-3}\right)$.
א. חשבו את מסיסותו במים. פרטו את החישובים.
ב. נתונים החומרים $KNO_{3(s)}$, $K_2S_{(2)}$, $CH_3COONa_{(s)}$, $AgNo_{3(s)}$.
התייחסו לכל אחד מהחומרים הללו, וציינו את החומר שיגרום להגדלת המסיסות של $CH_3COONa_{(s)}$ $f(x)$. נמקו.
נתון כי $K_{sp}(Ag_2S)=5.7\cdot10^{-51}$.

9) תנאי **לאי-היווצרות** משקע הוא:
א. להשתמש במומס שהוא חומר יוני קל-תמס.
ב. כשמנת הריכוזים של היונים (Q) שווה ל- K_{sp} .
ג. כשמנת הריכוזים של היונים (Q) נמוכה מ- K_{sp} .
ד. כשמנת הריכוזים של היונים (Q) גבוהה מ- K_{sp} .

10) נוכחות של יון משותף בתמיסה,
א. מגדילה את מסיסות המשקע.
ב. לא משפיעה על מסיסות המשקע.
ג. מקטינה את מסיסות המשקע.
ד. גורמת להיווצרות שני משקעים.

כתבה ופתרה – ד"ר אבלינה ברט ©

11) ל- $AgOH_{(s)}$ $\left(K_{sp} = 2.50 \cdot 10^{-16}\right)$ הוכנסה תמיסה רוויה של $AgOH_{(aq)}$.
מהו ערך ה- pH של התמיסה שנוצרה בתנאי החדר?
(יש להתחשב ביוני OH^- , שמקורם במסיסות החלקית של המשקע)

12) ניתן להשפיע על מסיסות המשקע על ידי
א. הוספת מים.
ב. הגדלת הטמפרטורה.
ג. הקטנת הטמפרטורה.
ד. כל התשובות נכונות.

כתבה ופתרה – ד"ר אבלינה ברט ©

תשובות סופיות

1) א. $K_{sp} = 502.48 \cdot 10^{-35}$ ב. CuS

2) א. $0.13g$ ב. $1.328 \cdot 10^{-5} g$

3) א. Ag^{+} ב. $0.71 \cdot 10^{-6} M$

4) א. 10^{-9} ב. $10^{-5} M$

5) AgI , ואחריו AgBr , AgCl ואז Ag_2CrO_4 .

6) לא.

7) $> 0.45 \cdot 10^{-7} M$

8) א. $0.0072 M$ ב. $K_2S_{(2)}$

9) ג

10) ג

11) 7.01

12) ד

כתבה ופתרה – ד"ר אבלינה ברט ©