

ב ח י נ ה ב כ י מ י ה  
ב מ ת כ ו נ ת ב ג ר ו ת

תשפ"ד - 20/05/2024

א. משך הבחינה: 3.5 שעות

ב. מבנה השאלון ומפתח ההערכה: בשאלון זה שני פרקים.

40 נקודות	-	פרק ראשון – חובה – (20x2)
60 נקודות	-	פרק שני (20x3)
100 נקודות	-	סה"כ

ג. חומר עזר מותר בשימוש: מחשבון (כולל מחשבון גרפי).

ד. הוראות מיוחדות:

1. שימו לב: שבפרק הראשון יש תשע שאלות חובה.

בכל אחת מהשאלות 1-8 מוצגות ארבע תשובות ומהן יש לבחור תשובה נכונה אחת.

יש לסמן את התשובות הנכונות בגיליון התשובות.

בשאלה 9 יש לענות לפי ההנחיות.

א. אם הנבחן ענה לפחות 6 תשובות נכונות משאלות 1-8 הוא יקבל את מלוא הנקודות. לכל שאלה – 3 נקודות.

ב. יש לענות על סעיפי החובה בשאלת המאמר (9), ועל סעיף בחירה אחד מתוך 2 סעיפים, בכל בחירה שתינתן בשאלה.

2. בפרק השני יש לענות על שלוש מבין חמש שאלות.

נא לכתוב בראש הבחינה את מספרי השאלות שבחרת.

בכל שאלה יש לענות על סעיפי החובה ועל סעיף אחד מתוך 2 סעיפים, בכל בחירה שתינתן בשאלה.

ההוראות בשאלון זה מנוסחות בלשון רבים ומכוונות לנבחנות ולנבחנים כאחד.

הקפידו על ניסוחים מאוזנים ועל רישום נכון של היחידות.

ב ח ל צ ה ה

חומר עזר מצורף:

טבלה מחזורית

טבלת ערכי אלקטרוטרושלייליות

דף נוסחאות

## פרק ראשון (40 נקודות)

## חובה - ענו על שאלות 1-8

לפני שתענו, קראו את כל התשובות המוצעות.

לכל שאלה מוצעות ארבע תשובות. בחרו בתשובה המתאימה ביותר.

את התשובה שבחרתם סמנו בדף תשובון המצורף ב - X.

כדי למחוק סימן יש למלא את כל המשבצת כך: ■.

1. ליסוד כלור שני איזוטופים נפוצים. אחד האיזוטופים מסומל כ-  $^{35}\text{Cl}$ . מה נכון עבור האיזוטופ הנוסף?

- ההערכות אלקטרונית של האיזוטופ השני היא 2,8,8
- מספר הנויטרונים של האיזוטופ הנוסף זהה לזה של האיזוטופ הנתון.
- היון היציב של האיזוטופ הנוסף הוא  $\text{Cl}^-$ .
- נוסחת ייצוג אלקטרונית של האיזוטופ הנוסף היא:



2. גז החנקן  $\text{N}_2(\text{g})$  מגיב עם מגנזיום  $\text{Mg}(\text{s})$ . מה היא הנוסחה האמפירית של התרכובת הנוצרת:

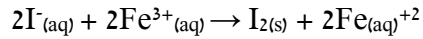
- $\text{Mg}_3\text{N}_2(\text{s})$
- $\text{Mg}_2\text{N}_3(\text{s})$
- $\text{MgN}(\text{s})$
- $\text{MgN}_2(\text{s})$

3. למולקולה  $\text{CH}_2\text{O}$  גיאומטריה של משולש מישורי. למולקולה  $\text{CO}_2$  גיאומטריה קווית.

מהו הגורם לכך שטמפרטורת הרתיחה של  $\text{CH}_2\text{O}(\text{g})$  גבוהה מזו של  $\text{CO}_2(\text{g})$ ?

- קשרי המימן הנוצרים בין מולקולות  $\text{CH}_2\text{O}$  חזקים יותר מקשרי הוואן דר ואלס הנוצרים בין מולקולות  $\text{CO}_2$ .
- המולקולה  $\text{CH}_2\text{O}$  קוטבית, והמולקולה  $\text{CO}_2$  אינה קוטבית. לכן קשרי הוואן דר ואלס הנוצרים בין המולקולות בחומר  $\text{CH}_2\text{O}$  חזקים יותר.
- ענן האלקטרוניים במולקולה  $\text{CO}_2$  גדול יותר מענן האלקטרוניים במולקולה  $\text{CH}_2\text{O}$ , ולכן קשרי הוואן דר ואלס הנוצרים בין מולקולות  $\text{CO}_2$  חזקים יותר.
- ענן האלקטרוניים במולקולה  $\text{CH}_2\text{O}$  גדול יותר מענן האלקטרוניים במולקולה  $\text{CO}_2$ , ולכן קשרי הוואן דר ואלס הנוצרים בין מולקולות  $\text{CH}_2\text{O}$  חזקים יותר.

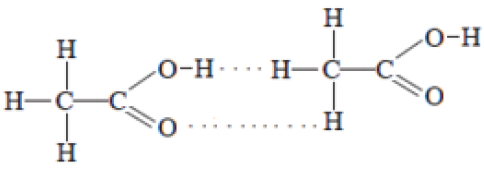
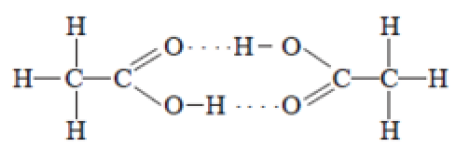
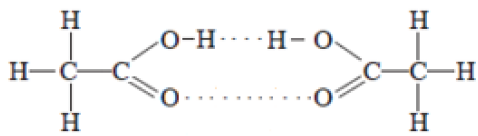
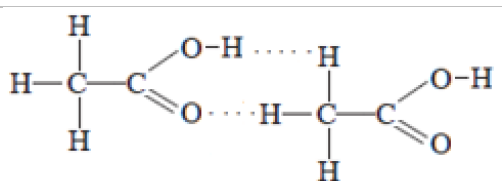
4. לתוך תמיסת  $\text{FeCl}_3(\text{aq})$  הוסיפו 0.018 מול  $\text{KI}(\text{s})$ . התרחשה התגובה הבאה, והמגיבים הגיבו בשלמות.



מהו מספר יוני הברזל  $\text{Fe}^{3+}(\text{aq})$  בתמיסה המקורית?

- א. 0.018 מול  
 ב. 0.054 מול  
 ג.  $3 \times 10^{22}$  יונים  
 ד.  $1 \times 10^{22}$  יונים

5. מולקולות של חומצה אצטית נוטות להקשר בזוגות זו לזו באמצעות קשרי מימן. בחרו באיור המתאר נכון את הקשרים הנוצרים בין מולקולות של חומצה אצטית  $\text{CH}_3\text{COOH}$ .

א.	
ב.	
ג.	
ד.	

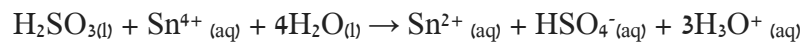
6. כימאי הכין תמיסות של 1M מהחומרים הבאים:



בחרו את הסדר הנכון של ערכי ה-pH

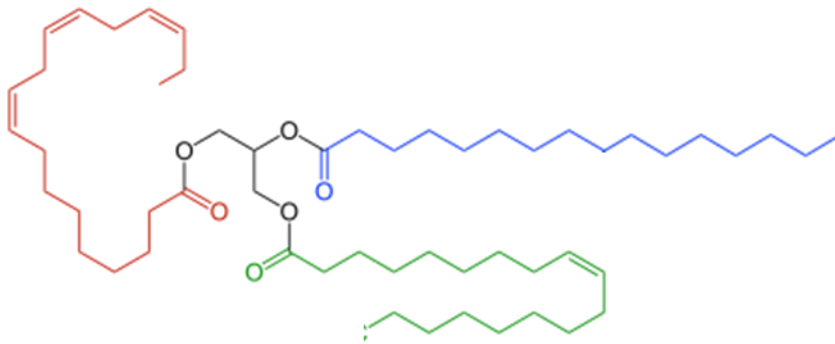
- א.  $\text{NH}_3 < \text{Ba}(\text{OH})_2 < \text{CH}_3\text{COOH} < \text{H}_2\text{SO}_4$   
 ב.  $\text{H}_2\text{SO}_4 < \text{CH}_3\text{COOH} < \text{NH}_3 < \text{Ba}(\text{OH})_2$   
 ג.  $\text{Ba}(\text{OH})_2 < \text{CH}_3\text{COOH} < \text{NH}_3 < \text{H}_2\text{SO}_4$   
 ד.  $\text{H}_2\text{SO}_4 < \text{CH}_3\text{COOH} < \text{Ba}(\text{OH})_2 < \text{NH}_3$

7. נתונה התגובה הבאה:



- א.  $\text{H}_2\text{O}(\text{l})$  הוא המחמצן  
 ב.  $\text{Sn}^{4+}(\text{aq})$  הוא מחזור  
 ג.  $\text{HSO}_4^-(\text{aq})$  הוא תוצר חיזור  
 ד.  $\text{H}_2\text{SO}_3(\text{l})$  מוסר אלקטרונים בתגובה

8. נתון הטריגליצריד הבא:



מהן חומצות השומן המרכיבות את הטריגליצריד הנתון?

- א.  $\text{C18:3}\omega\text{3 all cis}$ ,  $\text{C18:0}$ ,  $\text{C16:0}$   
 ב.  $\text{C18:3}\omega\text{3 all trans}$ ,  $\text{C18:1}\omega\text{9 trans}$ ,  $\text{C16:0}$   
 ג.  $\text{C18:3}\omega\text{9 all cis}$ ,  $\text{C18:1}\omega\text{9 cis}$ ,  $\text{C18:0}$   
 ד.  $\text{C18:3}\omega\text{3 all cis}$ ,  $\text{C18:1}\omega\text{9 cis}$ ,  $\text{C16:0}$

### ניתוח קטע ממאמר מדעי – חובה

9. קראו את הקטע שלפניכם וענו על הסעיפים שאחריו לפי ההנחיות (שאלת חובה – 20 נקודות).

#### כימיה ריחנית

צמחים רבים מכילים חומרים נדיפים וריחניים בעלים או בפירות שלהם. אנו משתמשים בצמחים הריחניים האלה לתיבול, לחליטת תה, להפקת בשמים ואף לצרכים רפואיים. חומרי הריח משתייכים בדרך כלל למשפחה הקרויה טרפנים המונה עשרות חומרים שונים.

אחד החומרים הנפוצים במשפחה זו הוא לימון (Limonene) המעניק לפירות הדר את ריחם האופייני. לימון מופק בכמויות גדולות מאוד מעודפי קליפות הדר המצטברים בתעשיית המשקאות הקלים. השוק העולמי של לימון מצוי בעלייה מתמדת בשל הביקוש הרב לחומר הנובע מהדרישה למוצרים טבעיים ומעליית הפופולריות של ריחות הדרים. על פי ההערכה, מיוצרים בעולם 70,000 טונות של לימון בשנה, 40% מהן בברזיל. החומר משמש בתעשיות המזון, בקוסמטיקה, בנרות ובמטהרי אוויר ובמוצרי ניקוי כתוסף ריחני. בתעשיות רבות הוא משמש גם כמס לחומרים אורגניים.

לימון משמש גם כחומר גלם להפקת חומרי ריח נוספים. אחד התוצרים הפופולריים הוא החומר קרבון (Carvone), חומר מבוקש בשל ריח המנטה האופייני לו.

בתעשייה מייצרים קרבון בתהליך דו-שלבי:

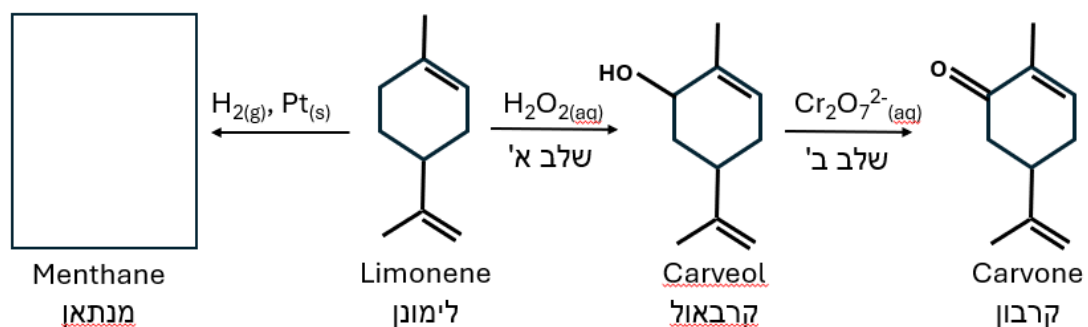
שלב א' – תגובה של לימון עם מי חמצן,  $H_2O_2(l)$ , לקבלת קרבאול (Carveol) ומים.

שלב ב' – חימום קרבאול תוך כדי ערבוב עם תמיסה של יוני די-כרומאט,  $Cr_2O_7^{2-}(aq)$ , בעלת צבע צהוב. במהלך התגובה צבע התמיסה נעשה ירוק האופייני ליוני כרום,  $Cr^{3+}(aq)$ , וריח התמיסה משתנה לריח מנתה.

מוצר אחר המופק מלימון הוא החומר מנתאן (menthane), בעל ריח של שומר. מנתאן מיוצר בתגובת הידרוגנציה מלאה: תגובה של לימון עם מימן,  $H_2(g)$ , בנוכחות פלטינה כזרז.

בעת האחרונה עלה גם הרעיון להשתמש בלימון כחומר דלק טבעי שיחליף את השימוש בנפט. על פי הרעיון הזה ישתמשו בהנדסה גנטית כדי לגרום לאצות חד-תאיות ליצר את החומר.

להלן מפת התגובות של לימון, המתוארות בטקסט:

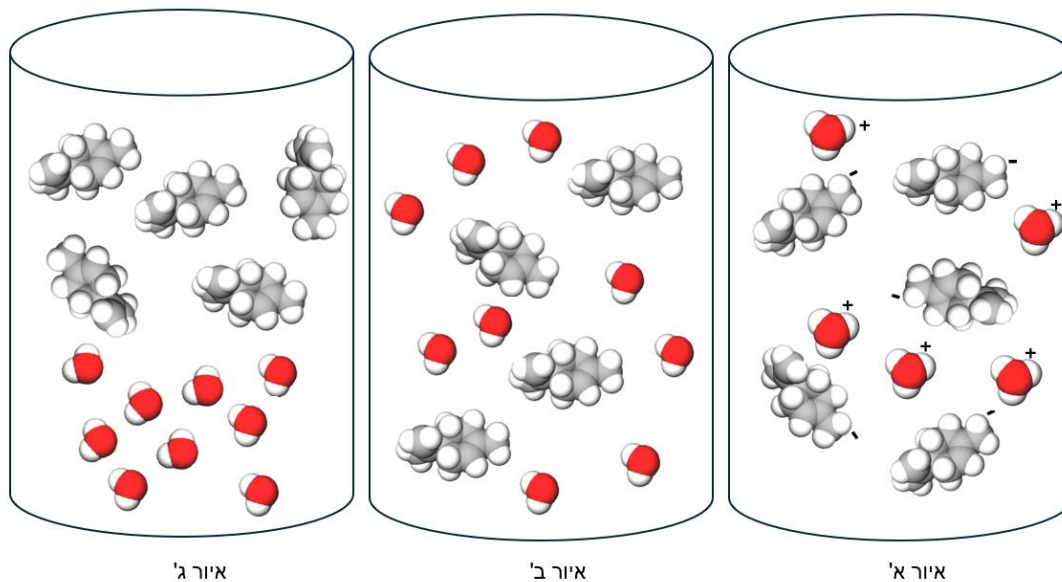


- א. בתהליך הפקת קרבאול מלימונן משתמשים במי-חמצן (שלב א'). האם מי חמצן משמשים כמחזור או כמחמצן? נמקו.
- ב. שינוי הצבע בשלב ב' מוכיח שקרבאול עובר חמצון. הסבירו מדוע.
- ג. כתבו ייצוג מקוצר לנוסחת מבנה של מנתאן.
- ד. כמה מול מימן נדרשים כדי להמיר 136 גרם של לימונן למנתאן?
- ה. לו היינו מנצלים את כל הלימונן המופק בברזיל להפקת קרבון, כמה טון קרבון יתקבלו? פרטו חישובים (1 טונה = 1,000,000 גרם)

קבוצת לימוד בחמד"ע הפיקה טרפנים מפירות הדר שונים, מצאה את הרכבם וחישבה את אחוז הלימונן בתערובת. להלן טבלת התוצאות:

סוג הפרי	אחוז הלימונן (%)
לימון	65
תפוז	98
אשכולית	95
קלמנטינה	90

- ו. שרטטו גרף איכותי (באופן גס) המתאים לתוצאות – הוסיפו כותרת לגרף וכותרות לצירים.
- ז. אם ישתמשו בלימונן כחומר דלק חלופי: נסחו ואזנו את תגובת השריפה המלאה של לימונן.
- ח. לימונן הוא נוזל בטמפרטורת החדר. כאשר ערבבו לימונן עם מים התקבלה תערובת, אילו מן האיורים – א'-ג' מתאר נכון את התערובת. נמקו את בחירתכם.



## פרק שני (60 נקודות)

ענו על שלוש מן השאלות 10-14 (לכל שאלה 20 נקודות).

## 10. מבנה החומר

X, Y, Z הם סמלים שרירותיים (לא עוקבים) לאטומים משורה 2 בטבלה המחזורית. בטבלה נתונות הנוסחאות ותכונות של היסודות ושל מספר תרכובות שניתן להרכיב מיסודות אלה.

נוסחה כימית	מצב צבירה בטמפרטורת החדר	מוליכות במוצק	חשמלית	מוליכות בנוזל	חשמלית
HX	גז	-	-	-	-
YX	מוצק	-	-	+	-
X <sub>2</sub>	גז	-	-	-	-
Y	מוצק	+	+	+	-
Al <sub>2</sub> Z <sub>3</sub>	מוצק	-	-	+	-
Z <sub>2</sub>	גז	-	-	-	-

א. העתיקו את הטבלה הבאה למחברת ומלאו אותה :

נוסחה כימית	סוג חומר (מתכתי, יוני או מולקולרי)	סוג חלקיקים המרכיבים את החומר	סוג קשרים בין החלקיקים
HX			
YX			
X <sub>2</sub>			
Y			
Al <sub>2</sub> Z <sub>3</sub>			
Z <sub>2</sub>			

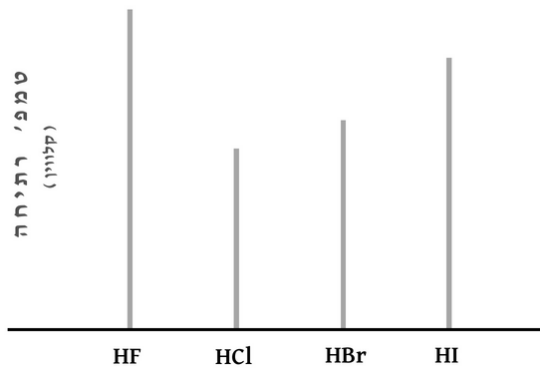
- ב. התאימו את הסמלים X, Y, Z לאטומים שבטבלה המחזורית.  
 ג. הסבירו מדוע טמפרטורת רתיחה של HCl נמוכה מטמפרטורת רתיחה של Cl<sub>2</sub>.  
 ד. הסבירו מדוע חומר Al<sub>2</sub>S<sub>3</sub> מוליך חשמל במצב מותך, ואינו מוליך חשמל במצב מוצק.  
 ה. מדוע בהוספה של חומר HBr למים מתקבלת תמיסה מוליכה חשמל? נסחו את התגובה המתאימה והסבירו.  
 ו. רשמו נוסחת ייצוג אלקטרוניים של חלקיקים המרכיבים את החומר AlN ושל החומר N<sub>2</sub>.

בתגובה בין אשלגן K(s) לבין חמצן O<sub>2</sub>(g) נוצר 1 מ"ג של תוצר. (1000 מ"ג = 1 גרם)

- ז. נסחו ואזנו את התגובה.  
 ח. את התוצר המיסו ב-100 מ"ל מים. חשבו מהו ריכוז התוצר בתמיסה המתקבלת.

## 11. מבנה החומר וחומצות ובסיסים

לפניכם גרף המתאר את השינוי בטמפרטורת הרתיחה של מספר תרכובות:



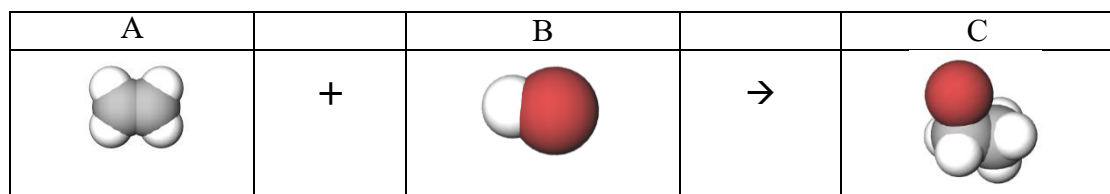
- א. ציינו את הגורם ו/או הגורמים המסבירים את מגמת העלייה בגרף החל מ-HCl.  
 ב. הסבירו מדוע לחומר HF יש טמפרטורת רתיחה גבוהה מכל החומרים האחרים.  
 ג. לכלי המכיל מים הזרימו 0.5 מול HI(g) ביחד עם 0.75 מול HCl(g). נסחו את התגובות המתרחשות.  
 ד. לתמיסה שהתקבלה הזרימו את הגז NH<sub>3</sub>(g) וערך ה-pH הגיע ל-7.

- i. הסבירו באמצעות התגובות המתאימות את השינוי בערך ה-pH.  
 ii. חשבו כמה מול NH<sub>3</sub>(g) הגיבו. פרטו חישובים.

לפניכם תרשים שבו הכדור מייצגים אטומים של פחמן, מימן ויוד:

הסימול	אטום יוד	אטום פחמן	אטום מימן
שם האטום	אטום יוד	אטום פחמן	אטום מימן

לפניכם תגובה כימית (שימו לב: כל האטומים מופיעים באיור):

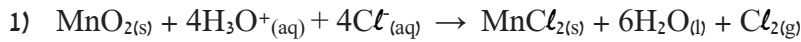


ה. נסחו את התגובה (ללא מצבי צבירה) באמצעות נוסחאות יצוג אלקטרוניים.



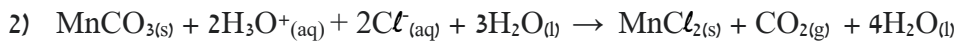
12. חמצון חיזור ומבנה החומר

א. תחמוצת של מנגן יכולה לשמש להפקת הגז כלור, לפי התגובה הבאה:



קבעו האם גז הכלור בתגובה הוא תוצר של חמצון או חיזור. הסבירו את הקביעה.

ב. גם לתוצר השני בתגובה, מנגן כלורי, יש שימושים רבים בתעשייה. אך כאשר מעוניינים בתוצר זה תגובה (1) פחות מתאימה, כיוון שגז כלור הוא גז רעיל. קיימת שיטה נוספת לייצור מנגן כלורי, לפי התגובה הבאה:



- i. קבעו האם תגובה (2) היא תגובת חמצון-חיזור. הסבירו כיצד קבעתם.
- ii. במהלך התגובה יש שינוי ב pH של התמיסה. הסבירו מדוע וקבעו האם ה pH עולה או יורד במהלך התגובה.
- iii. במפעל לייצור מנגן כלורי משתמשים ב- 1 טון מנגן פחמתי ביום. חשבו את מסת התוצר מנגן כלורי בכל יום (1 טון = 1,000,000 גרם).

ג. את המתכת מנגן,  $\text{Mn}_{(s)}$ , ניתן להפיק ע"י חיזור של מנגן פחמתי,  $\text{MnCO}_{3(s)}$ . קבעו לפי אטומי הפחמן מי מהחומרים הבאים יכולים לשמש בתגובה. הסבירו כיצד קבעתם.



ד. נתונים שני כלים: באחת תמיסה של נחושת כלורית,  $\text{CuCl}_{2(aq)}$  ובשנייה תמיסה סידן כלורי,  $\text{CaCl}_{2(aq)}$ . כל תמיסה היא בנפח של 200 מ"ל ובריכוז 1M.

i. נסחו את תגובות ההמסה של החומרים:  $\text{CuCl}_{2(s)}$  ו-  $\text{CaCl}_{2(s)}$ .

לכל כלי הכניסו פס מנגן  $\text{Mn}_{(s)}$  במסה של 5 גרם. רק בכלי אחד התרחשה תגובה.

(נתונה השורה האלקטרוכימית של 3 המתכות:  $(\text{Ca}_{(s)} > \text{Mn}_{(s)} > \text{Cu}_{(s)})$ )

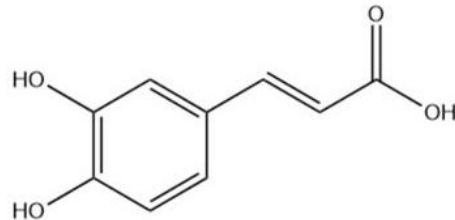
- ii. קבעו באיזו כלי התרחשה תגובה ונסחו את התגובה שהתרחשה.
- iii. חשבו את הריכוז של יוני המנגן בתמיסה לאחר התגובה.

ה. קבעו האם פס מנגן,  $\text{Mn}_{(s)}$ , מוליך חשמל. הסבירו.

13. חומצות ובסיסים וחישובים

חומצה קפאית היא תרכובת מוצקה בצבע צהוב, הנמצאת בקפה ובמגוון משקאות ומזונות מוצקים ונחשבת כנוגד חימצון.

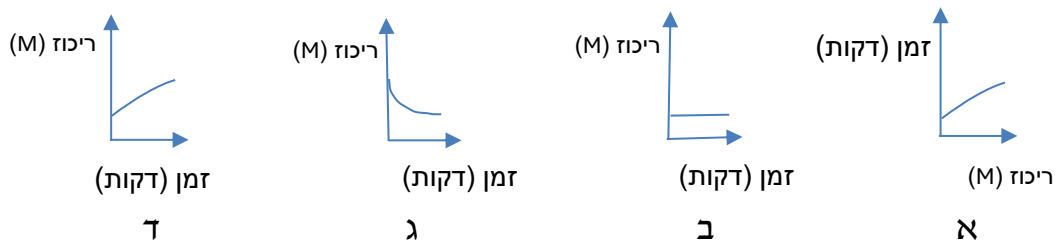
נתון יצוג מקוצר לנוסחת מבנה של חומצה קפאית.



חומצה קפאית היא חומצה חד פרוטית.

חילקו 400 מ"ל תמיסת חומצה קפאית בריכוז של 0.5M ל-4 תמיסות שונות בעלות נפחים שווים.

א. לתמיסה הראשונה הוסיפו בהדרגה, במשך מספר דקות, תמיסת NaOH בריכוז של 0.5M. קבעו מי מבין הגרפים הבאים מתאר את השינוי בריכוז יוני ההידרוניום במהלך ההוספה. הסבירו.



ב. לתמיסה השניה הוסיפו 150 מ"ל תמיסת  $\text{Ba(OH)}_{2(aq)}$ , ובתום ההוספה התמיסה הפכה נטראלית. חשבו את ריכוז התמיסה שהוסיפו.

ג. לתמיסה השלישית הוסיפו תמיסת  $\text{CH}_3\text{OH}_{(aq)}$  בריכוז של 0.5M ומדדו את ערך ה-pH במהלך ההוספה. קבעו האם ערך ה-pH יעלה/ירד או לא ישתנה במהלך ההוספה. הסבירו.

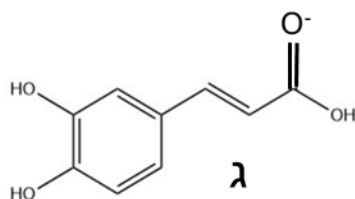
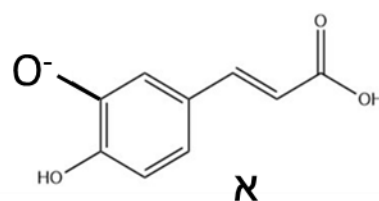
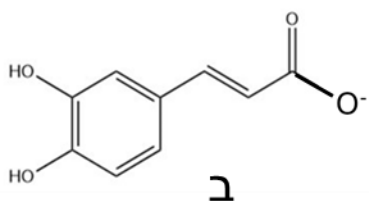
ד. לתמיסה הרביעית הוסיפו 70 מ"ל של תמיסת  $\text{H}_2\text{SO}_{4(aq)}$  בריכוז של 0.5M קבעו האם ערך ה-pH יעלה/ירד/לא ישתנה במהלך ההוספה. פרטו חישובים.

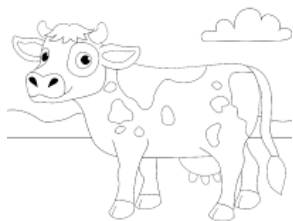
ה. העתיקו את תרשים הייצוג המקוצר לנוסחת מבנה של חומצה קפאית למחברת וסמנו את החומצה הקרבוקסילית ושתי קבוצות פונקציונליות נוספות הנמצאות במולקולות חומצה קפאית.

**שימו לב: המשך השאלה בעמוד 11**

## המשך שאלה 13:

1. i. רשמו נוסחה מולקולרית של חומצה קפאית וחשבו את המסה המולרית שלה.  
 ii. בניסוי שונה במעבדה, שקלו 1 גרם מוצק צהוב, אותו המיסו במים לנפח סופי של 100 מ"ל. לתמיסה הנוצרת הוסיפו 50 מ"ל תמיסת  $\text{NaOH}_{(aq)}$  בריכוז של 0.11M והתמיסה הפכה נטראלית. קבעו האם המוצק הצהוב, ממנו שקלו 1 גרם, הוא חומצה קפאית או חומצה מוצקה אחרת. פרטו חישובים.
2. כאשר ממיסים חומצה קפאית במים, התוצר הוא יון הידרוניום  $\text{H}_3\text{O}^+_{(aq)}$  ויון נוסף. קבעו איזה מן השירטוטים מתאר ייצוג מקוצר לנוסחת מבנה של היון הנוסף המתקבל.





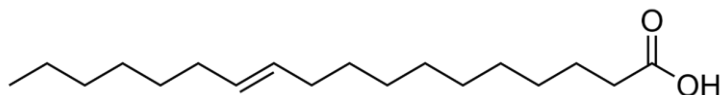
#### 14. שומנים וחמצון חיזור

בקובה של בעלי חיים מעלי גירה, מצויות חומצות שומן שאינן שכיחות בטבע.

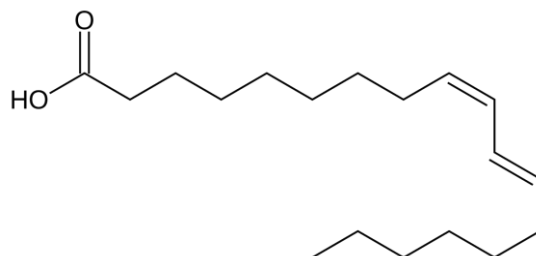
לפניכם דוגמאות ל- 3 חומצות כאלו:

1. חומצה טרנס פלמיטית (TPA), נתון רישום מקוצר: C16: 1 $\omega$ 7trans

2. חומצה וקסאנית (TVA), נתון יצוג מקוצר לנוסחת המבנה:



3. חומצה רומנית (RMA) נתון יצוג מקוצר לנוסחת המבנה:



- רשמו ייצוג מקוצר לנוסחת מבנה של חומצה טרנס פלמיטית.
- רשמו רישום מקוצר לאיזומר הגיאומטרי של חומצה וקסנית.
- קבעו לגבי כל אחת מחומצות השומן האלה, האם היא מסוג אומגה 7. נמקו.
- קבעו למי טמפרטורת היתוך גבוהה יותר לחומצה-1 או לחומצה-2. ציינו מהם הגורמים המשפיעים על הדירוג.
- חומצה רומנית עברה הידרוגנציה חלקית קבעו מי/אילו מבין חומצות השומן הבאות היא תוצר אפשרי לתהליך, הסבירו:

1. C18: 1 $\omega$ 7 trans

2. C16: 1 $\omega$ 7 trans

3. C18: 1 $\omega$ 9 cis

4. C18: 0

שימו לב: המשך השאלה בעמוד 13

## המשך שאלה 14:

- ו. חומצת השומן C18:2 $\omega$ 7 cis,cis עוברת הידרוגנציה מלאה:
- i. נסחו את התהליך בעזרת נוסחאות מולקולריות.
  - ii. חשבו את מסת גז המימן הנדרש להידרוגנציה מלאה של 3 מול חומצת השומן. פרטו חישובים.

ז. חומצה רומנית יכולה לעבור חמצון. קבעו מי מבין החומרים,  $Cl_2$ ,  $Fe^{+2}$ , ו/או  $SO_2$ , יכול להגיב עם חומצה רומנית בתגובה זו? הסתמכו על הניסוחים (1)-(3) והסבירו עבור כל חומר בנפרד.

