

פ י ת ר ו ן

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: שלש שעות וחצי
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:

- 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.
- בפרק השני יש לענות על שלוש מבין חמש שאלות.
נא לשים לב לשאלות הבחירה
נא לכתוב בראש הבחינה את מספרי השאלות שבחרת.

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

ח ו מ ר ע ז ר מ צ ו ר ף :
ט ב ל ה מ ח ז ו ר י ת
ט ב ל ת ע ר כ י א ל ק ט ר ו ש ל י ל י ו ת
ד ף נ ו ס ח א ו ת

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}Cl . מה נכון עבור האיזוטופ הנוסף?
 - א. ההערכות אלקטרונית של האיזוטופ השני היא 2,8,8
 - ב. מספר הנויטרונים של האיזוטופ הנוסף זהה לזה של האיזוטופ הנתון.
 - ג. **היון היציב של האיזוטופ הנוסף הוא Cl^- .**
 - ד. נוסחת ייצוג אלקטרונית של האיזוטופ הנוסף היא:



כדי לפתור את השאלה, נבחן כל אחת מהאפשרויות המוצעות:

1. ההערכות האלקטרונית של האיזוטופ השני:
ההערכות האלקטרונית זהה לכל האיזוטופים של אותו היסוד, מכיוון שהיא תלויה במספר האלקטרונים ולא במספר הנויטרונים.
כלומר, מספר האלקטרונים במעטפת החיצונית הוא 7 (2,8,7), ולא 2,8,8 כמו באפשרות א'.
2. מספר הנויטרונים של האיזוטופ הנוסף זהה לזה של האיזוטופ הנתון:
זה לא נכון, מכיוון שההבדל בין איזוטופים הוא במספר הנויטרונים. לכן, אפשרות ב' אינה נכונה.
3. היון היציב של האיזוטופ הנוסף הוא Cl^- :
נכון, מכיוון שהיון היציב של כלור הוא Cl^- בכל האיזוטופים שלו.
4. נוסחת ייצוג אלקטרונית של האיזוטופ הנוסף:
כאמור היערכות האלקטרונים בכל האיזוטופים זהה, ולכן גם נוסחת ייצוג האלקטרונים זהה עבור כל האיזוטופים והיא לא זאת.

לכן, התשובה הנכונה היא ג'.

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

א. **Mg_3N_2**

- ב. Mg_2N_3
- ג. MgN
- ד. Mg_3Na_2

הנוסחה האמפירית של התרכובת התרכובת של חנקן ומגנזיום היא Mg_3N_2 . זאת מכיוון שמגנזיום (Mg) נמצא בטור השני של הטבלה המחזורית והוא נוטה לאבד שני אלקטרונים וליצור יון Mg^{2+} , וחנקן (N) נמצא בטור 5 והוא נוטה לקלוט שלושה אלקטרונים וליצור יון N^{3-} . כדי ליצור תרכובת ניטרלית מבחינת מטען, דרושים שלושה יוני Mg^{2+} ושני יוני N^{3-} , ולכן הנוסחה האמפירית של התרכובת היא Mg_3N_2 .

לכן התשובה הנכונה היא א.

3. למולקולה CH_2O גיאומטריה של משולש מישורי. למולקולה CO_2 גיאומטריה קווית. מהו הגורם לכך שטמפרטורת הרתיחה של $CH_2O_{(g)}$ גבוהה מזו של $CO_{2(g)}$?
 - א. קשרי המימן הנוצרים בין מולקולות CH_2O חזקים יותר מקשרי הוואן דר ואלס הנוצרים בין מולקולות CO_2 .
 - ב. המולקולה CH_2O קוטבית, והמולקולה CO_2 אינה קוטבית. לכן קשרי הוואן דר ואלס הנוצרים בין המולקולות בחומר CH_2O חזקים יותר.
 - ג. ענן האלקטרונים במולקולה CO_2 גדול יותר מענן האלקטרונים במולקולה CH_2O , ולכן קשרי הוואן דר ואלס הנוצרים בין מולקולות CO_2 חזקים יותר.
 - ד. ענן האלקטרונים במולקולה CH_2O גדול יותר מענן האלקטרונים במולקולה CO_2 , ולכן קשרי הוואן דר ואלס הנוצרים בין מולקולות CH_2O חזקים יותר.

כדי להבין מדוע טמפרטורת הרתיחה של CH_2O גבוהה יותר מזו של CO_2 , עלינו לבחון את סוגי הכוחות הבין-מולקולריים הפועלים בין המולקולות של כל חומר.

1. CH_2O - מתאנאלדהיד :

- קוטביות: המולקולה היא קוטבית בשל ההבדל באלקטרושליליות בין אטום הפחמן (C) לאטום החמצן (O) ובגלל שהיא אינה סימטרית. ולכן, בין המולקולות שלה יש קשרי דיפול-דיפול, כלומר קשרי ואן דר ואלס חזקים.

2. CO_2 - פחמן דו-חמצני :

- קוטביות: המולקולה אינה קוטבית כיוון שהגיאומטריה הקווית שלה גורמת לכך שהמטענים החיוביים והשליליים מתאזנים.

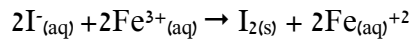
- כוחות בין-מולקולריים: הכוחות הפועלים הם כוחות ואן דר ואלס בלבד.

מאחר ש- CH_2O היא מולקולה קוטבית, הכוחות בין המולקולות שלה הם חזקים יותר בהשוואה ל- CO_2 בגלל קיומו של דו-קוטב קבוע במולקולות.

לכן, התשובה הנכונה היא:

ב. המולקולה CH_2O קוטבית, והמולקולה CO_2 אינה קוטבית. לכן קשרי הוואן דר ואלס הנוצרים בין המולקולות בחומר CH_2O חזקים יותר.

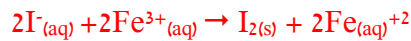
4. לתוך תמיסת $\text{FeCl}_3(\text{aq})$ הוסיפו 0.018 מול $\text{KI}(\text{s})$. התרחשה התגובה הבאה, והמגיבים הגיבו בשלמות.



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

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

כדי למצוא את מספר יוני הברזל $\text{Fe}^{3+}_{(\text{aq})}$ בתמיסה המקורית, עלינו להשתמש במידע שניתן ובמשוואה הסטוכיומטרית של התגובה:



המשוואה מראה שיחס המולים בין $\text{I}^-_{(\text{aq})}$ לבין $\text{Fe}^{3+}_{(\text{aq})}$ הוא 1:1. כלומר, עבור כל 2 מולים של $\text{I}^-_{(\text{aq})}$, נדרשים 2 מולים של $\text{Fe}^{3+}_{(\text{aq})}$.

נתון ש-0.018 מול של KI נוסף לתמיסה. מכיוון ש- KI מספק מול אחד $\text{I}^-_{(\text{aq})}$ עבור כל מול של KI , אזי הוסיפו 0.018 מול של $\text{I}^-_{(\text{aq})}$.

לפי המשוואה הסטוכיומטרית, כל 0.018 מול של $\text{I}^-_{(\text{aq})}$ יגיבו עם 0.018 מול של $\text{Fe}^{3+}_{(\text{aq})}$.

לכן, מספר המולים של יוני הברזל $\text{Fe}^{3+}_{(\text{aq})}$ בתמיסה המקורית הוא 0.018 מול.

כדי למצוא את מספר יוני הברזל $\text{Fe}^{3+}_{(\text{aq})}$ בתמיסה המקורית, נשתמש במספר אבוגדרו, שהוא 6.022×10^{23} יונים למול.

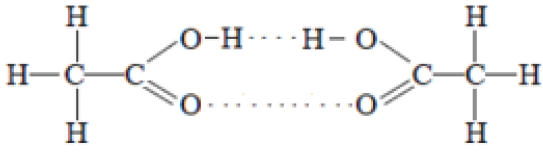
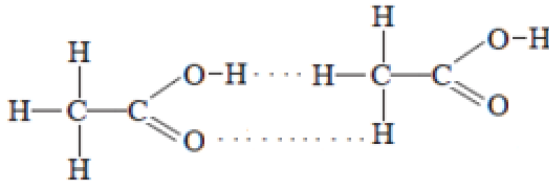
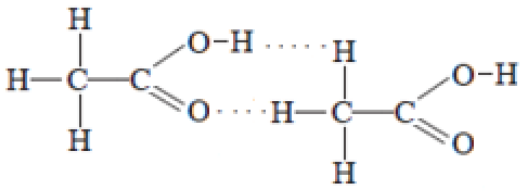
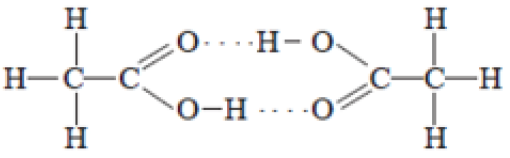
כעת, נשתמש בביטוי מספר אבוגדרו כדי למצוא את מספר היונים:

$$0.018 \text{ mol} \times 6.02 \times 10^{23} = 1.08 \times 10^{22} \text{ ions}$$

לכן, מספר יוני הברזל בתמיסה המקורית הוא: 1.08×10^{22}

האפשרות הקרובה ביותר בתשובות היא ד'.

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 CH_3COOH .

ג.	א.
	
ד.	ב.
	

בכל האיורים קווים מקווקוים אמורים לייצג קשרי מימן. קשרי מימן במולקולות אלה חייבים לקשר בין אטום מימן חשוף מאלקטרוניים הקשור לאטום חמצן במולקולה אחת של חומצה אצטית, לבין זוג אלקטרוניים בלתי קושר על אטום חמצן במולקולה השנייה של חומצה אצטית.

איור א לא נכון – הקו המקווקו העליון מקשר בין שני אטומי מימן, והקו התחתון מקשר לאטום חמצן הקשור לאטום פחמן (קשר לא קוטבי).

איור ב הוא האיור הנכון. הקווים המקווקוים מקשרים בין שני אטומי מימן קשורים לאטומי חמצן לבין אטומי חמצן במולקולה שכנה.

איור ג לא נכון – הקו המקווקו העליון מקשר בין שני אטומי מימן, והקו המקווקו התחתון בין שני אטומי חמצן.

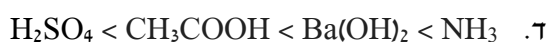
איור ד לא נכון – גם כאן הקו המקווקו העליון מקשר בין שני אטומי מימן, והקו התחתון מקשר לאטום חמצן הקשור לאטום פחמן (קשר לא קוטבי).

6. כימאי הכין תמיסות של 1M מהחומרים הבאים:



סדרו את התמיסות הבאות לפי סדר עולה של pH





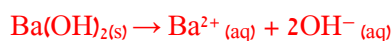
כדי לסדר את התמיסות לפי ה-pH בסדר עולה, נבחן את מספר יוני ההידרוניום ($H_3O^+_{(aq)}$) או ההידרוקסיד (OH^-) שנוצרים בתמיסות של M1 מכל אחד מהחומרים:

1. H_2SO_4 (חומצה גופרתית):



חומצה דו-פרוטית: בתגובה עם מים כל מול של חומצה גופרתית משחרר 2 מול של יוני $H_3O^+_{(aq)}$, מה שמוביל לריכוז גבוה של יוני ההידרוניום.

2. $Ba(OH)_2$ (בריום ההידרוקסיד):



כל מול של ברום ההידרוקסיד משחרר שני מול 2 יוני $OH^-_{(aq)}$, מה שמוביל לריכוז גבוה של יוני ההידרוקסיד.

3. CH_3COOH (חומצה אצטית):



חומצה חד-פרוטית: כל מולקולה של חומצה אצטית משחררת יון $H_3O^+_{(aq)}$ אחד בלבד, מה שמוביל לריכוז נמוך יותר של יוני ההידרוניום בהשוואה לחומצה גופרתית.

4. NH_3 (אמוניה):



כל מול של אמוניה משחרר מול אחד של יוני $OH^-_{(aq)}$ בלבד, מה שמוביל לריכוז נמוך יותר של יוני ההידרוקסיד בהשוואה לבריום ההידרוקסיד.

ולכן בסדר עולה של pH (מהכי חומצי להכי בסיסי) בהתבסס על מספר יוני ההידרוניום וההידרוקסיד:

1. H_2SO_4 (2 מול יוני ההידרוניום, pH נמוך ביותר)

2. CH_3COOH (1 מול יוני ההידרוניום, pH גבוה יותר מ- H_2SO_4 אבל עדיין נמוך)

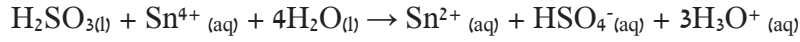
3. NH_3 (1 מול של יוני ההידרוקסיד, pH גבוה יותר מ- CH_3COOH)

4. $Ba(OH)_2$ (2 מול יוני ההידרוקסיד, pH הגבוה ביותר)

לכן, התשובה הנכונה היא:



7. נתונה התגובה הבאה, מהו המשפט הנכון?



א. $H_2O(l)$ הוא המחמצן

ב. $Sn^{4+}(aq)$ הוא מחזור

ג. $HSO_4^-(aq)$ הוא תוצר חיזור

ד. $H_2SO_3(l)$ מוסר אלקטרונים בתגובה

כדי לזהות את המשפט הנכון לגבי התגובה הנתונה, נבחן את תפקידי החומרים השונים בתהליך חמצון-חיזור.

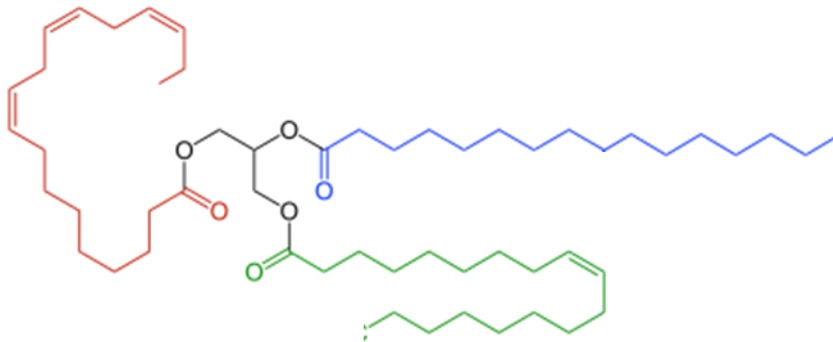
ניתוח המגיבים והתוצרים:

$Sn^{4+}(aq) \rightarrow Sn^{2+}(aq)$ שינוי זה מצביע על כך ש Sn^{4+} קיבל 2 אלקטרונים ולכן הוא עובר חיזור.

$H_2SO_3 \rightarrow HSO_4^-$ דרגת החמצון של S עלתה מ-(4+) ל-(6+), כלומר איבד 2 אלקטרונים, ולכן עובר חמצון.

כלומר תשובה ד' נכונה.

7. נתון הטריגליצריד הבא:



מה הן חומצות השומן המרכיבות את הטריגליצריד הנתון

א. $C_{18}:3 \omega 3$ all cis, $C_{18}:0$, $C_{16}:0$

ב. $C_{18}:3 \omega 3$ all trans, $C_{18}:1 \omega 9$ trans, $C_{16}:0$

ג. C18: 3 ω 9 all cis, C18: 1 ω 9 cis, C18: 0

ד. C18: 3 ω 3 all cis, C18: 1 ω 9 cis, C16: 0

כדי לזהות את חומצות השומן המרכיבות את הטריגליצריד הנתון בתמונה, נבחן כל אחד מהשרשראות הפחמניות המקושרות לגליצרול.

1. השרשרת האדומה:

- מספר פחמנים: 18

- קשרים כפולים: 3

- מיקום הקשר הכפול הראשון מהקצה המתילי: ω -3

- כל הקשרים הכפולים ב-cis

- חומצת השומן היא: C18:3 ω 3 all cis

2. השרשרת הכחולה:

- מספר פחמנים: 18

- קשרים כפולים: 1

- מיקום הקשר הכפול מהקצה המתילי: ω -9

- הקשר הכפול ב-cis

- חומצת השומן היא: C18:1 ω 9 cis

3. השרשרת הירוקה:

- מספר פחמנים: 16

- קשרים כפולים: 0

- חומצת השומן היא: C16:0

לכן, התשובה הנכונה היא:

ד. C18:3 ω 3 all cis, C18:1 ω 9 cis, C16:0

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

לימונן משמש גם כחומר גלם להפקת חומרי ריח נוספים. אחד התוצרים הפופולריים ביותר הוא החומר קרבון (Carvone), חומר מבוקש מאוד בשל ריח המנטה האופייני לו. בתעשייה מיצרים קרבון בתהליך דו-שלבי:

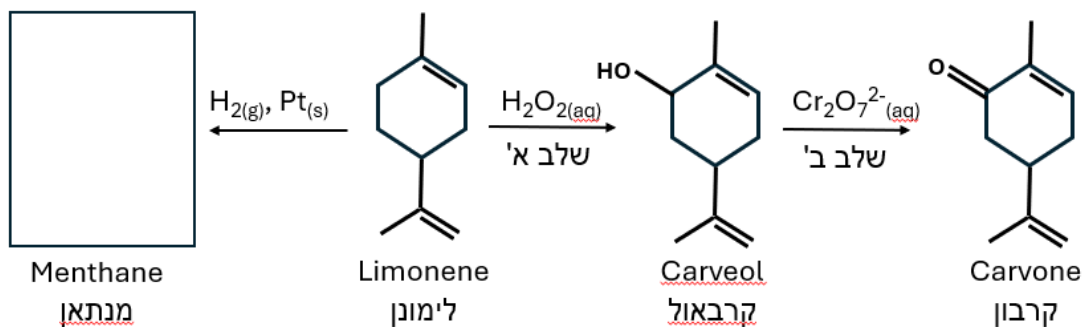
שלב א' – תגובה של לימונן עם מי חמצן, $H_2O_2(l)$, לקבלת קרבאול (Carveol) ומים.

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 מלימונן הוא החומר מנתאן (menthane), בעל ריח של שומר. מנתאן מיוצר בתגובת הידרוגנציה מלאה: תגובה של לימונן עם מימן, $H_2(g)$, בנוכחות פלטינה כזרז.

בעת האחרונה עלה גם הרעיון להשתמש בלימונן 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 לימונן, המתוארות בטקסט:



א. בתהליך הפקת קרבאול מלימונן משתמשים במי-חמצן (שלב א'). האם מי חמצן משמשים

כמחזור או כמחמצן? נמקו. (3 נקודות)

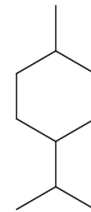
בתהליך הפקת קרבאול מלימונן משתמשים במי-חמצן (H_2O_2). מי חמצן משמשים בתגובה זו כמחמצן.

נימוק: במאמר כתוב שהתוצרים הם קרבאול ומים. מספר החמצון של אטומי החמצן במי-חמצן, $H_2O_{2(aq)}$ הוא (-1) ובמים, $H_2O_{(l)}$, הוא (-2). ירידה במספר החמצון מראה על קבלת אלקטרון, כלומר מי חמצן עברו חיזור וחמצנו את הקבאול. (אפשר להראות שמספר החמצון של הפחמן שעבר שינוי בלימונין עלה)

ב. שינוי הצבע בשלב ב מוכיח שקרבאול עובר חימצון. הסבירו מדוע. (3 נקודות)

במאמר כתוב: שתמיסה של יוני די-כרומאט, $Cr_2O_7^{2-}(aq)$ בעלת צבע צהוב. ושבמהלך התגובה צבע התמיסה נעשה ירוק האופייני ליוני כרום, $Cr^{3+}(aq)$. מספר החמצון של אטומי הכרום ביוני די-כרומט הוא (+6) ואילו ביוני כרום מספר החמצון הוא (+3) - ירידה במספר החמצון מצביעה על כך שהדי-כרומאט עבר חיזור ולכן הקרבאול עובר חימצון. (אפשר להראות זאת גם על פי מספר החמצון של הפחמן שעבר שינוי)

ג. כתבו יצוג מקוצר לנוסחת מבנה של מנתאן. (2 נקודות)



ד. כמה מול מימן נדרשים כדי להמיר 136 גרם של לימונין למנתאן? (3 נקודות)
 המסה המולרית של לימונין היא 136 גרם למול, ולכן מגיב מול אחד של לימונין.
 בכל מולקולת לימונין יש שני קשרים כפולים, ולכן על כל מול של לימונין דרושים 2 מול מימן.
 מכיוון שבתגובה מגיב מול לימונין, נדרשים 2 מול מימן.

ה. לו היינו מנצלים את כל הלימונין המופק בברזיל להפקת קרבון, כמה טון קרבון יתקבלו?

פרטו חישובים (1 טון = 1,000,000 גרם) (3 נקודות)

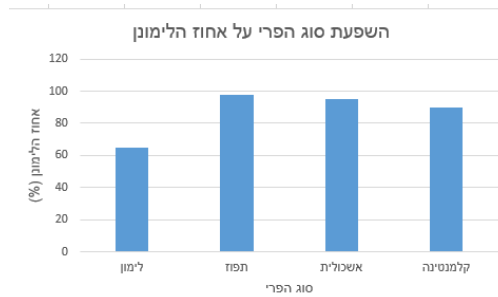
במאמר כתוב: על פי ההערכה מיוצרים בשנה 70,000 טון של לימונין, 40% מהן בברזיל. ולכן, ברזיל מיצרת 28,000 טון לימונין בשנה (שהם 2.8×10^{10} גרם).
 המסה המולרית של לימונין היא 136 גרם למול, ואילו של קרבון היא 150 גרם למול.
 יחס המולים של לימונין וקרבון בתגובה הוא 1:1.
 על פי היחס במסות האטומים אפשר לראות שיתקבלו 30,822 טון קרבון.

$$(150/136 \times 28,000 = 30822)$$

ו. קבוצת לימוד בחמד"ע הפיקו טרפנים מפירות הדר שונים, מצאו את הרכבם וחישובו את אחוז הלימונין בתערובת. להלן טבלת התוצאות:

סוג הפרי	אחוז הלימונין (%)
לימונין	65
תפוז	98
אשכולית	95
קלמנטינה	90

שרטטו גרף איכותי (באופן גס) המתאים לתוצאות – הוסיפו כותרת לגרף וכותרות לצירים. (3 נקודות)



ז. אם ישתמשו בלימון כחומר דלק חלופי: נסחו ואזנו את תגובת השריפה המלאה של לימון. **(3 נקודות)**

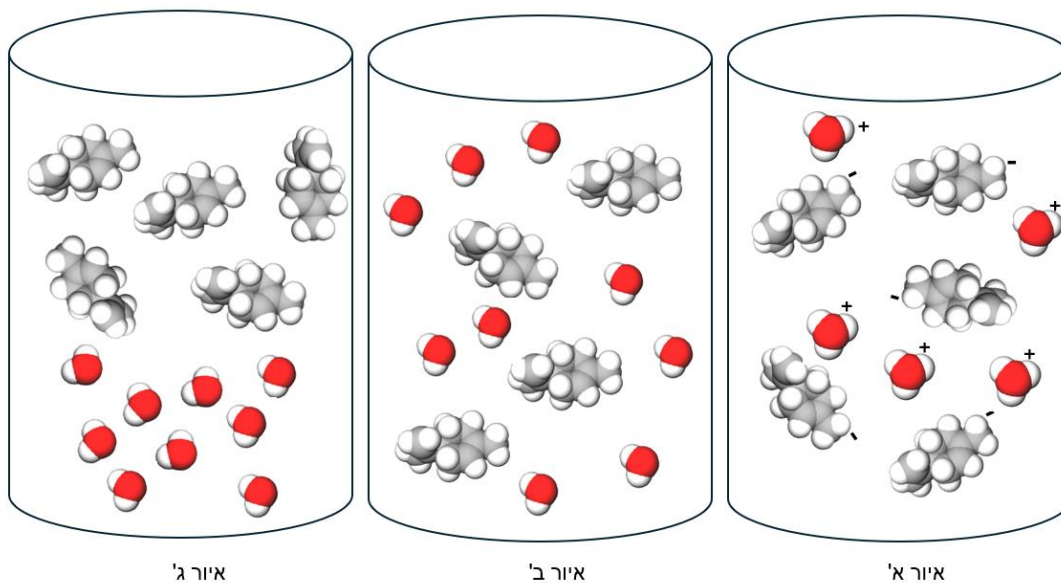


ח. לימון הוא נוזל בטמפרטורת החדר. כאשר ערבבו לימון עם מים התקבלה תערובת, אילו מן האיורים – א'–ג' מתאר נכון את התערובת. נמקו את בחירתכם. **(3 נקודות)**
 כאשר מערבבים מים עם לימון (שהיא תרכובת הידרופובית, שהמולקולות שלה אינן יוצרות קשרי מימן עם מים), הלימון והמים אינם מתערבבים זה בזה ומתקבלות שתי שכבות נפרדות. לימון אינו מתמוסס במים.

לכן, האיור שמתאר נכון את התערובת של לימון עם מים הוא **איור ג'**.

פירטר:

- איור א' מציג תערובת שבה יש אינטראקציה יונית, מה שלא תואם את המצב שבו לימון מעורבב עם מים.
- איור ב' מציג תערובת הומוגנית, מה שאינו נכון עבור ערבוב של תרכובת הידרופובית כמו לימון עם מים.
- איור ג' מציג תערובת הטרוגנית שבה הלימון והמים יוצרים שתי שכבות נפרדות, מה שתואם את המצב שבו יש אינטראקציה חלשה בין המולקולות והן אינן מתערבבות.



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 חשמלית במוצק	מוליכות חשמלית בנוזל
HX	גז	-	-
YX	מוצק	-	+
X ₂	גז	-	-
Y	מוצק	+	+
Al ₂ Z ₃	מוצק	-	+
Z ₂	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	מולקולרי	מולקולות	במצב גזי אין קשרים בין-מולקולריים.
YX	יוני	יונים	קשר יוני
X ₂	מולקולרי	מולקולות	במצב גזי אין קשרים בין-מולקולריים.
Y	מתכתי	יונים חיוביים ואלקטרונים בלתי מאותרים	קשר מתכתי
Al ₂ Z ₃	יוני	יונים	קשר יוני
Z ₂	מולקולרי	מולקולות	במצב גזי אין קשרים בין-מולקולריים.

ב. התאימו את הסמלים X, Y, Z לאטומים שבטבלה המחזורית.

HX הוא גז מולקולרי. בדרך כלל גזים מולקולריים משורה 2 הם H₂, N₂, O₂ או F₂.

מכיוון שמדובר בחיבור עם H, נבחר ב-F: HX = HF.

YX הוא חומר יוני, ולכן Y צריך להיות מתכת משורה 2 שיכולה ליצור תרכובת יונית עם

הלוגן ביחס 1:1. ולכן נבחר ב-Li: YX = LiF.

Z₂ הוא גז מולקולרי. בהתחשב באפשרויות הנותרות, הוא יכול להיות O₂ או N₂.

בתרכובת היונית Al₂Z₃, המטען של Al הוא +3 ולכן המטען של Z חייב להיות +2 מה

שמתאים ל-O. ולכן:

$$X = F$$

$$Y = Li$$

$$Z = O$$

ג. הסבירו מדוע טמפרטורת רתיחה של HCl נמוכה מטמפרטורת רתיחה של Cl₂.

מולקולות Cl_2 הן מולקולות לא קוטביות עם קשרים קוולנטיים טהורים בין שני אטומי הכלור.

- כוחות המשיכה בין מולקולות Cl_2 הם אינטראקציות ואן דר ואלס בלבד הנובעות מתנועות רגעיות של אלקטרונים שגורמות לדו-קטבים רגועים.
- ענן האלקטרונים במולקולות Cl_2 גדול מזה של HCl ויכול לייצר אינטראקציות ואן דר ואלס חזקות יחסית.

HCl הוא מולקולה קוטבית, כלומר יש בה דו-קוטב קבוע בגלל ההבדל באלקטרושליליות בין אטום המימן ואטום הכלור. כוחות המשיכה בין מולקולות HCl הם כוחות בין הקטבים הקבועים.

- למרות שהקוטביות של HCl יוצרת כוחות משיכה בין מולקולאריים חזקים יותר מאינטראקציות ואן דר ואלס בלבד, מולקולות HCl קטנות יותר ממולקולות Cl_2 , ולכן הכוחות בין הדו-קטביים חלשים אינטראקציות ואן דר ואלס ב- Cl_2 .

נקודת רתיחה היא מדד לחוזק הקשרים הבין-מולקולריים כך טמפרטורת הרתיחה של Cl_2 גבוהה מזו של HCl .

ד. הסבירו מדוע החומר Al_2S_3 מוליך חשמל במצב מותך, ואינו מוליך חשמל במצב מוצק. הסיבה לכך ש- Al_2S_3 (אלומיניום גופרי) מוליך חשמל במצב מותך ואינו מוליך חשמל במצב מוצק קשורה למבנה היוני של החומר ולהתנהגות היונים במצבים השונים. זרם חשמלי נובע מתנועה של מטענים חשמליים. במקרה של חומר יוני, מדובר ביונים המרכיבים את החומר, במקרה זה יוני אלומיניום Al^{3+} ויונים גופריים S^{2-} :

1. מצב מוצק:

- במצב מוצק, Al_2S_3 קיים מבנה גבישי שבו היונים מקובעים במיקומם בתוך הסריג הגבישי. - היונים אינם חופשיים לנוע, ולכן אינם יכולים להוליך זרם חשמלי.

2. מצב מותך:

- כאשר Al_2S_3 מחומם עד למצב מותך, המבנה הגבישי נשבר והיונים משתחררים. - במצב מותך, היונים (Al^{3+} ו- S^{2-}) חופשיים לנוע בנוזל. - התנועה החופשית של היונים מאפשרת הולכה של זרם חשמלי, שכן היונים החיוביים (Al^{3+}) נמשכים לאלקטרודה השלילית והיונים השליליים (S^{2-}) נמשכים לאלקטרודה החיובית.

לכן, Al_2S_3 מוליך חשמל במצב מותך בגלל התנועה החופשית של היונים, ואינו מוליך חשמל במצב מוצק בגלל הקיבוע של היונים בסריג הגבישי.

ה. מדוע בהוספה של חומר HBr למים מתקבלת תמיסה מוליכה חשמל? נסחו את התגובה המתאימה והסבירו.

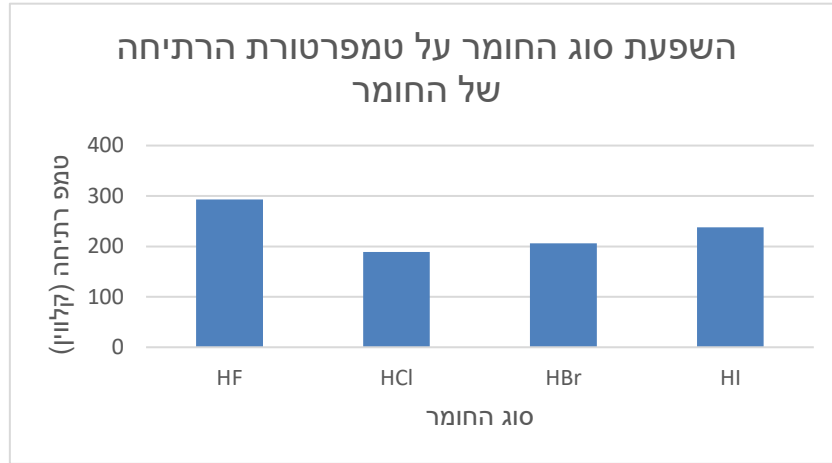
נפח התמיסה = 0.1 ליטר

$$C = n/V = 1.06 \times 10^{-5} = 1.06 \times 10^{-4} \text{ M}$$

ריכוז התוצר בתמיסה הוא 1.06×10^{-4} מולר.

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.

טבלת השוואה לגורמים המשפיעים על טמפ. הרתיחה(4)

סוג הקשרים בין המולקולות	קוטביות	ענן אלקטרוניים	החומר
ודו	V	54	HI
ודו	V	36	HBr
ודו	V	18	HCl

מן הטבלה ניתן לראות שגודל ענן האלקטרוניים של החומרים בגרף גדל עם טמפרטורת הרתיחה של חומרים אלו. קשרי הו.ד.ו. הנוצרים בין מולקולות HI יהיו חזקים יותר מאלו הנוצרים ב HBr ואלו יהיו חזקים יותר מהקשרים בין המולקולות הנוצרים ב HCl כתוצאה מהענן האלקטרוני ההולך וגדל.

ככל שהקשרים הבין מולקולרים חזקים יותר יש להשקיע יותר אנרגיה על מנת להתגבר עליהם, וטמפרטורת הרתיחה עולה, ולכן תהיה מגמת עליה בגרף.

ב. הסבירו מדוע לחומר HF יש טמפרטורת רתיחה גבוהה מכל החומרים האחרים.

נוסיף לטבלת ההשוואה את HF (4)

קשרי מימן	V	10	HF
-----------	---	----	----

למרות שענן האלקטרוניים ב-HF קטן יותר, קשרי המימן הנוצרים בין המולקולות ב-HF חזקים יותר מקשרי הו.ד.ו. הנוצרים בין המולקולות בשאר החומרים. ככל שהקשרים הבין מולקולרים חזקים יותר יש להשקיע יותר אנרגיה על מנת להתגבר עליהם, וטמפרטורת הרתיחה עולה,

ג. לכלי המכיל מים הזרימו 0.5 מול HI(g) ביחד עם 0.75 מול HCl(g). נסחו את התגובות המתרחשות. (4)



ד. לתמיסה שהתקבלה הזרימו את הגז NH_{3(g)} וערך ה-pH הגיע ל-7.

i. הסבירו באמצעות התגובות המתאימות את השינוי בערך ה-pH (4)

לפי ניסוח התגובות בסעיף הקודם, בתמיסה אליה מזרימים ישנם יוני הידרוניום, H₃O⁺. בהזרמת NH₃ לתמיסה התרחשה תגובת ההמסה הבאה:



יוני הידרוקסיד שנוצרו בתגובה זו, יגיבו עם יוני ההידרוניום בתגובת סתירה.



מכיוון שנתון שערך ה-pH מגיע ל-7, המשמעות היא שמספר יוני ההידרוקסיד שהוזרמו, שווה למספר יוני ההידרוניום שהיו בתמיסה.

ii. חשבו כמה מול NH_{3(g)} הגיבו. פרטו חישובים. (4)

לפני הזרמת NH₃ היו בתמיסה יוני הידרוניום.

HI _(g)	H ₂ O _(l)	H ₃ O ⁺ _(aq)	I ⁻ _(aq)
1	1	1	1
0.5			0.5

HCl _(g)	H ₂ O _(l)	H ₃ O ⁺ _(aq)	Cl ⁻ _(aq)
1	1	1	1
0.75			0.75

מספר המולים של יוני ההידרוניום בתמיסה שווה לחיבור של שניהם.

$$n\text{H}_3\text{O}^+ = 0.75 + 0.5 = 1.25 \text{ mol}$$

בסתירה מלאה: $n\text{H}_3\text{O}^+ = n\text{OH}^-$




ולכן: $n\text{OH}^- = n\text{H}_3\text{O}^+ = 1.25 \text{ mol}$

מספר המולים של שווה למספר המולים של יוני הידרוקסיד

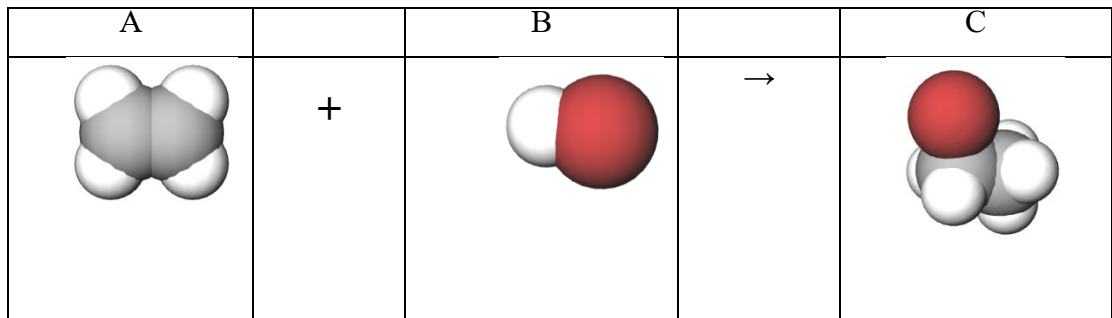
: NH₃

$\text{NH}_3(\text{g})$	$\text{H}_2\text{O}(\text{l})$	$\text{NH}_4^+(\text{aq})$	$\text{OH}^-(\text{aq})$
1	1	1	1
<u>1.25</u>			1.25

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

			הסימול
אטום מימן	אטום פחמן	אטום יוד	שם האטום

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

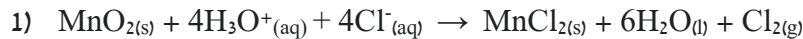


ה. נסחו את התגובה באמצעות נוסחאות יצוג אלקטרוניים. (4)



- ו. האם התגובה שניסחת בסעיף הקודם היא תגובת חומצה בסיס? אם כן, קבעו מי החומצה ומי הבסיס. אם לא, הסבירו מדוע.
- תגובת חומצה בסיס היא תגובה בה עובר פרוטון H^+ . בתגובה זו אין העברת פרוטון H^+ ולכן זו לא תגובת חומצה בסיס.

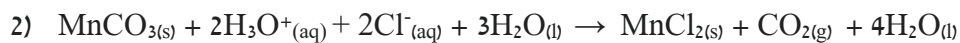
א. תחמוצת של מנגן יכולה לשמש להפקת הגז כלור, לפי התגובה הבאה:



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

לאטום הכלור במגיב (יוני כלור) דרגת חמצון (-1), ובתוצר- Cl_2 ד"ח (0), כי הוא יסוד. ז"א שיש עלייה בד"ח ולכן גז הכלור הוא תוצר חמצון.

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, $\text{MnCl}_2(\text{s})$ לפי התגובה הבאה:



i. קבעו האם תגובה (2) היא תגובת חמצון-חיזור. הסבירו כיצד קבעתם.

אין שינוי בד"ח של האטומים ולכן זו לא תגובת חמצון חיזור.

ii. במהלך התגובה יש שינוי ב pH של התמיסה. הסבירו מדוע וקבעו האם ה pH עולה או יורד במהלך התגובה.

אחד המגיבים בתגובה הוא יון ההידרוניום, ואינו קיים בתוצרים. לכן, במהלך התגובה יש ירידה בריכוז יוני ההידרוניום ויש עלייה ב pH.

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)

חישוב:

$$n(\text{MnCO}_3) = m/Mw = 1 \cdot 10^6 / 114.9 = 8.7 \cdot 10^3 \text{ mol}$$

יחס מגיב: תוצר הוא (1:1) ולכן:

$$m(\text{MnCl}_2) = n \cdot Mw = 8.7 \cdot 10^3 \cdot 125.9 = 1.1 \cdot 10^6 \text{ g} = 1.1 \text{ ton}$$

ג. את המתכת מנגן, $\text{Mn}(\text{s})$, ניתן להפיק ע"י חיזור של מנגן פחמתי, $\text{MnCO}_3(\text{s})$. קבעו לפי אטומי הפחמן מי מהחומרים הבאים יכולים לשמש בתגובה. הסבירו כיצד קבעתם.



לצורך חיזור המנגן הפחתי יש צורך במחזור, לכן יתאים חומר שדרגות החמצון של אטום הפחמן שבו הוא לא מקסימלי (+4). החומרים האפשריים הם: C (0), ו- (-2) CO. כאשר ב- CO_2 ד"ח מקסימלית.

ד. נתונים שני כלים: באחת תמיסה של נחושת כלורית, $\text{CuCl}_2(\text{aq})$ ובשנייה תמיסה סידן כלורי, $\text{CaCl}_2(\text{aq})$. כל תמיסה היא בנפח של 200 מ"ל ובריכוז 1M.

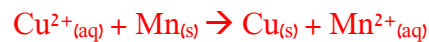
i. נסחו תגובות המסה

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.

הכושר של מנגן לחזור גבוה יותר משל נחושת ולכן תתרחש תגובה עם תמיסת יוני נחושת. מנגן מתכתי יחזר יוני נחושת:



iii. חשבו את הריכוז של יוני המנגן בתמיסה לאחר התגובה.

$$n(\text{Cu}^{2+}) = CV = 1 \cdot 0.2 = 0.2 \text{ mol}$$

$$n(\text{Mn}) = m/Mw = 5/54.9 = 0.091 \text{ mol}$$

יש עודף של יוני כלור ולכן יודעים שהתגובה התרחשה עד הסוף.

מספר מול יוני מנגן שווה למספר מול יוני נחושת. לכן:

$$C(\text{Mn}^{2+}) = n/V = 0.091/0.2 = 0.46 \text{ M}$$

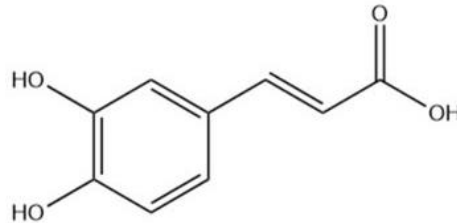
ד. קבעו האם פס מנגן, $\text{Mn}_{(s)}$, מוליך חשמל. הסבירו. (2)

כן. במתכות, גם במצב מוצק, יש אלקטרונים ניידיים.

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.

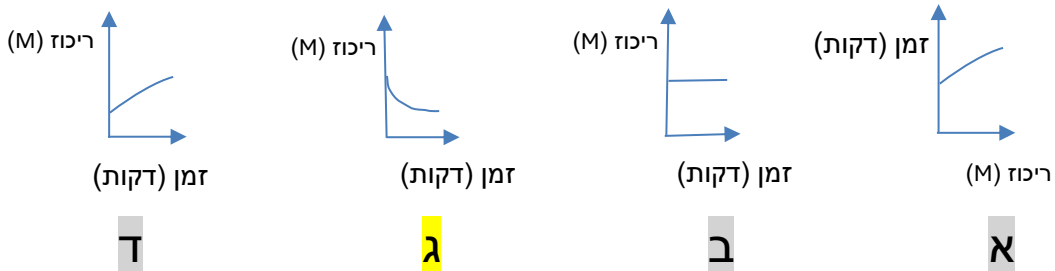


חומצה קפאית היא חומצה חד פרוטית.

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. (3)

בתמיסת חומצה קפאית קיימים יוני ההידרוניום. בהוספת NaOH נוצרים בתמיסה יוני ההידרוקסיד, ולכן מתרחשת תגובת סתירה בין יוני ההידרוניום לבין יוני ההידרוקסיד. מכיוון שיוני ההידרוניום הם מגיב בתגובת הסתירה ריכוזם הולך ויורד, וזה מתאים לסעיף ג.



ב. לתמיסה השנייה הוסיפו 150 מ"ל תמיסת $Ba(OH)_{2(aq)}$, ובתום ההוספה התמיסה הפכה נטראלית. חשבו את ריכוז התמיסה שהוסיפו. (3)

תמיסה חומצית	תמיסה בסיסית
$C=0.5M$	$C=0.05/2*0.15=0.16M$
$V=0.4/4=0.1l$	$V=0.15$
	מקדם $=OH=2$
$n=C*V=0.1*0.5=0.05mol$	$n=0.05$

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. (3)

ערך ה-pH במהלך ההוספה יעלה. הסיבה: בתמיסה החומצית קיימים יוני ההידרוניום. מכיוון ש CH_3OH הוא נטרלי, במהלך הוספת תמיסת CH_3OH , לא מתווספים יוני ההידרוניום ולא מתווספים יוני ההידרוקסיל. לעומת זאת כן עולה נפח התמיסה ולכן ירד ריכוז יוני ההידרוניום, ולכן יעלה ערך ה-pH.

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. (3)
ריכוז יוני ההידרוניום בתמיסת H_2SO_4 , כפול מריכוז החומצה לפי ניסוח תגובת ההמסת של החומצה:

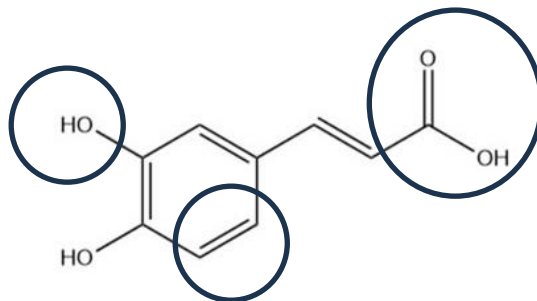


כלומר ריכוז יוני ההידרוניום יהיה: $0.5 \cdot 2 = 1\text{M}$.

ריכוז יוני ההידרוניום בומצה קפאית יהיה זהה לריכוז החומצה, בגלל שהחומצה חד פרוטית ולכן הוא 0.5M

ריכוז יוני ההידרוניום בתמיסת החומצה הגופרתית גדול יותר, ולכן בהוספה לתמיסת החומצה קפאית, יעלה ריכוז יוני ההידרוניום, וערך ה-pH ירד

ה. העתיקו את תרשים הייצוג המקוצר לנוסחת מבנה של חומצה קפאית למחברת וסמנו את החומצה הקרבוקסילית ושתי קבוצות פונקציונאליות נוספות הנמצאות במולקולות חומצה קפאית. (2)



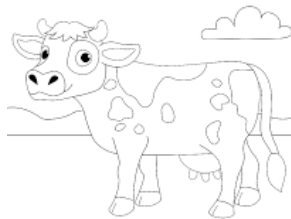
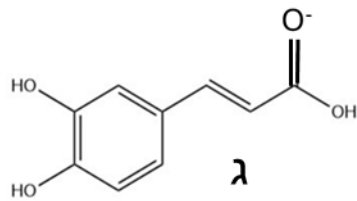
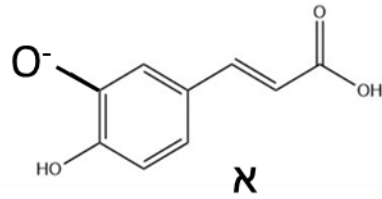
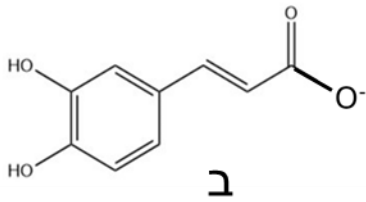
ו. i. חשבו את המסה המולרית של חומצה קפאית. (2) 180 גרם למול

iv. 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 נטרלית. קבעו האם המוצק הצהוב, ממנו שקלו 1 גרם, הוא חומצה קפאית או חומצה מוצקה אחרת. פרטו חישובים. (4)

תמיסה חומצית	תמיסה בסיסית
	$C=0.11\text{M}$
	$V=0.05$
$n=0.0055$	$n=C \cdot V=0.11 \cdot 0.05=0.0055\text{mol}$
$M_w=m/n=1/0.0055=181\text{gr/mol}$	

מסה מולרית זו היא המסה המולרית של חומצה קפאית ולכן המוצק הצהוב הוא חומצה קפאית

- ז. כאשר ממיסים חומצה קפאית במים, התוצר הוא יון הידרוניום $H_3O^+_{(aq)}$ ויון נוסף. קבעו איזה מן השירטוטים מתאר ייצוג מקוצר לנוסחת מבנה של היון הנוסף המתקבל. (4) **שרטוט**
- ב. H^+ עובר אל מולקולת המים מן הקבוצה הקרבוקסילית, שהיא חומצה.

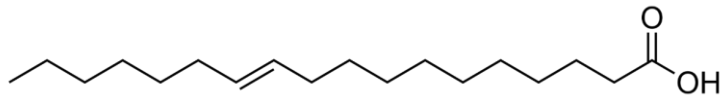


14. שומנים וחמצון חיזור

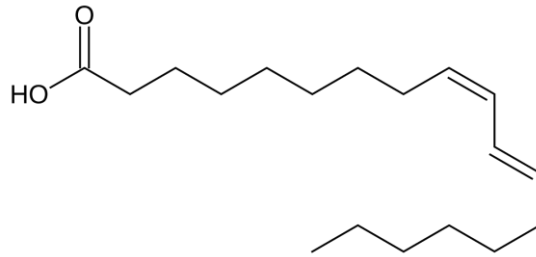
- בקיבה של בעלי חיים מעלי גירה, מצויות חומצות שומן שאינן שכיחות בטבע. לפניכם דוגמאות ל- 3 חומצות כאלו:

1. חומצה טרנס פלמיטית (TPA), נתון רישום מקוצר: $C_{16}:1\omega7trans$

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

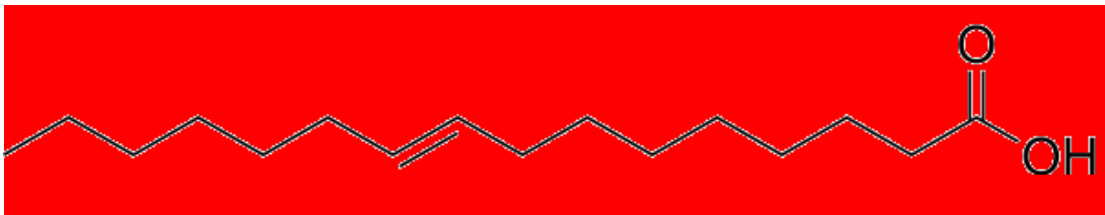


3. חומצה רומנית (RMA) נתון יצוג מקוצר לנוסחת המבנה:



סעיף א' הוא סעיף בחירה. אם תבחרו לענות עליו, אל תענו על סעיף ב'

א. רשמו ייצוג מקוצר לנוסחת מבנה של חומצה טרנס פלמיטית.



סעיף ב' הוא סעיף בחירה. אם תבחרו לענות עליו, אל תענו על סעיף א'

ב. רשמו רישום מקוצר לאיזומר הגיאומטרי של חומצה וקסנית.

C18:1 ω 7 cis

ג. קבעו לגבי כל אחת מחומצות השומן האלה, האם היא מסוג אומגה 7. נמקו.

כולן מסוג אומגה 7 כי הקשר הכפול הראשון נמצא בפחמן מספר 7 לקצה המתילי.

ד. קבעו למי טמפרטורת היתוך גבוהה יותר לחומצה-1 או לחומצה-2. ציינו מהם הגורמים המשפיעים על הדירוג.

לחומצה 2 טמפרטורת היתוך גבוהה יותר בגלל אורך שרשרת. במולקולות של חומצה 2 יש 18 אטומי פחמן לעומת 16 אטומי פחמן בחומצה 1.

ה. חומצה רומנית עברה הידרוגנציה חלקית קבעו מי/אילו מבין חומצות השומן הבאות היא תוצר אפשרי לתהליך, הסבירו:

בהידרוגנציה חלקית רק קשר כפול אחד מגיב עם מימן, ולכן 2 תשובות אפשריות.

1. C18:1 ω 7 trans

2. C16:1 ω 7 trans

3. C18:1 ω 9 cis

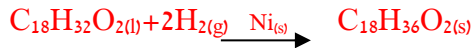
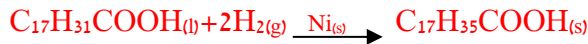
4. C18:0

שימו לב: המשך השאלה בעמוד 13

המשך שאלה 14:

1. חומצת השומן C18:2ω7 cis,cis עוברת הידרוגנציה מלאה:

i. נסחו את התהליך בעזרת נוסחאות מולקולריות.

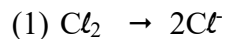


ii. חשבו את מסת גז המימן הנדרש להידרוגנציה מלאה של 3 מול חומצת השומן. פרטו חישובים.

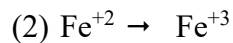
במולקולות C18:2ω7 cis,cis יש 2 קשרים כפולים, ולכן, כל מול חומצה מגיב עם 2 מול גז מימן שהמסה שלהם 4 גרם. מכיוון שמגיבים 3 מול חומצה יש צורך בפי 3 מימן = 12 ג. להידרוגנציה מלאה של 3 מול חומצת שומן יש צורך ב-12 גרם מימן.

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

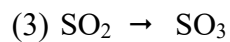
ח. החומצה הרומנית היא המחזור ולכן החומר שאיתה היא מגיבה חייב להיות מחמצן ולרדת בדרגת החמצון. נבדוק מי מבין האפשרויות מתאימה לכך:



אטומי הכלור יורדים מדרגת חמצון (0) לדרגת חמצון (-1) – כלומר יכולים לשמש כמחמצן.



יוני הברזל עולם מדרגת חמצון (+2) לדרגת חמצון (+3) – כלומר אינם יכולים לשמש כמחמצן.



אטומי הגופרית עולם מדרגת חמצון (+4) לדרגת חמצון (+6) – כלומר אינם יכולים לשמש כמחמצן.

לכן החומר היחיד שיכול לשמש לחמצון החומצה הרומנית הוא Cl_2 .

