



פ 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

תש"פ - 2020

א. משך הבחינה: שלש 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. שים לב: שבפרק הראשון יש תשע שאלות חובה.

בכל אחת מהשאלות 1-8 מוצגות ארבע תשובות ומהן עליך לבחור בתשובה הנכונה. סמן את התשובות הנכונות בגיליון התשובות.  
בשאלה 9 יש לענות על כל הסעיפים.

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

כתוב בראש הבחינה את מספרי השאלות שבחרת.

הקפד על ניסוחים מאוזנים ועל רישום נכון של היחידות.

ב ה צ ל ח ה

ח ו מ ר    ע ז ר    מ צ ו ר    ר    -    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 פ י    נ ו ס ח א ו ת

## השאלות

### פרק ראשון (40 נקודות)

חובה - ענה על שאלות 1-8 (לכל שאלה – 2.5 נקודות)

לפני שתענה, קרא את כל התשובות המוצעות.

לכל שאלה מוצעת ארבע תשובות. בחר בתשובה המתאימה ביותר.

את התשובה שבחרת סמן בדף תשובון המצורף ב – X.

בכל שאלה יש לסמן X אחד בלבד.

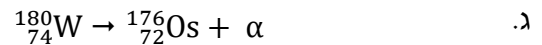
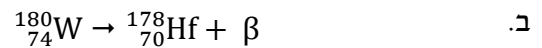
כדי למחוק סימן יש למלא את כל המשבצת כך: ■

אסור למחוק בטיפקס.

שים לב: כדאי להימנע ככל האפשר ממחיקות בתשובון, לכן מומלץ לרשום את התשובות הנכונות קודם במחברת הבחינה, ורק אחר כך לסמן אותן בתשובון.

1. לפניכם רישום של מספר תהליכים של פליטת קרינה רדיואקטיבית.

מהו הרישום התקין ?



2. 120 מ"ל אמוניה,  $\text{NH}_3(\text{g})$ , הגיבו בשלמות עם 120 מ"ל חמצן,  $\text{O}_2(\text{g})$ .

התקבלו 180 מ"ל אדי מים ו- 60 מ"ל של גז נוסף.

כל הנפחים נמדדו באותם תנאים של טמפרטורה ולחץ.

מהו הגז הנוסף שהתקבל בתגובה?

א.  $\text{N}_2$

ב.  $\text{N}_2\text{O}$

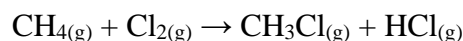
ג.  $\text{NO}$

ד.  $\text{NO}_2$

3. לפניך טבלה המכילה טמפרטורות היתוך ורתיחה של מספר חומרים טהורים. איזה מבין החומרים הוא נוזל בטמפרטורה של  $298\text{K}$  ?

החומר	טמפרטורת היתוך ( $^{\circ}\text{C}$ )	טמפרטורת רתיחה ( $^{\circ}\text{C}$ )
א	64	760
ב	-98	78
ג	-123	21
ד	293	1390

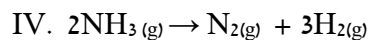
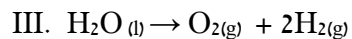
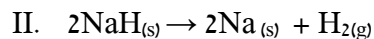
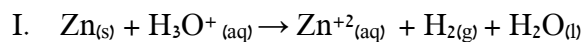
4. נתונה תגובה הבאה:



מהו המשפט הנכון:

- א. התוצר HCl הוא חומצה ולכן זוהי תגובת חומצה בסיס.
- ב. בתגובה  $\text{CH}_4$  מוסר פרוטון ולכן הוא מתפקד כחומצה.
- ג. זוהי תגובת חמצון חיזור, כיוון שיש שינוי בדרגת חמצון של אטום מימן.
- ד. זוהי תגובת חמצון חיזור כיוון שיש שינוי בדרגת חמצון של אטום כלור.

5. השאלה מתייחסת לתהליכים I-IV, שבהם מימן הוא תוצר בתגובה:



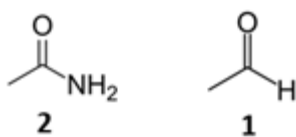
באיזה מהתהליכים I-IV מימן הוא תוצר חיזור?

- א. I בלבד.
- ב. III ו-IV בלבד.
- ג. II, III ו-IV בלבד.
- ד. I, III ו-IV בלבד.

6. נתונה הטבלה הבאה. בחרו את הקביעה שאינה נכונה לגבי שינוי ה-pH.

שינוי ה-pH במהלך התגובה	התגובה המתרחשת	
עולה	$\text{CH}_3\text{NH}_2(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightarrow \text{CH}_3\text{NH}_3^+(\text{aq}) + \text{OH}^-(\text{aq})$	א
עולה	$\text{CH}_3\text{NH}_2(\text{g}) + \text{H}_3\text{O}^+(\text{aq}) \rightarrow \text{CH}_3\text{NH}_3^+(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l})$	ב
יורד	$\text{CH}_3\text{COOH}(\text{l}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightarrow \text{CH}_3\text{COO}^-(\text{aq}) + \text{H}_3\text{O}^+(\text{aq})$	ג
עולה	$\text{CH}_3\text{COOH}(\text{l}) + \text{OH}^-(\text{aq}) \rightarrow \text{CH}_3\text{COO}^-(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l})$	ד

7. לפניך ייצוג מקוצר לנוסחאות המבנה של שני חומרים במצב צבירה נוזל המסומנים בספרות 1 ו 2.



לפניך 4 היגדים הנוגעים לקבוצות הפונקציונליות והכוחות הפועלים בין מולקולות של חומרים אלו.

מהו ההיגד הנכון?

- בחומר 1 קבוצה פונקציונלית מסוג קטון. בין המולקולות של חומר 1 נוצרים גם קשרי מימן.
- בחומר 1 קבוצה פונקציונלית מסוג אלדהיד. בין המולקולות של חומר 1 נוצרות אינטרקציות ואן דר ואלס בלבד.
- בחומר 2 קבוצה פונקציונלית מסוג אמיד. בין המולקולות של חומר 2 נוצרות אינטרקציות ואן דר ואלס בלבד.
- בחומר 2 קבוצה פונקציונלית מסוג אמין. בין המולקולות של חומר 2 נוצרים גם קשרי מימן.

8. באיזה תהליך מבין התהליכים הבאים מושקעת האנרגיה הרבה ביותר?

- $\text{H}_2\text{O}(\text{g}) \rightarrow \text{H}_2\text{O}(\text{s})$
- $\text{H}_2\text{O}(\text{g}) \rightarrow 2\text{H}(\text{g}) + \text{O}(\text{g})$
- $2\text{H}(\text{g}) + \text{O}(\text{g}) \rightarrow \text{H}_2\text{O}(\text{s})$
- $\text{H}_2\text{O}(\text{s}) \rightarrow 2\text{H}(\text{g}) + \text{O}(\text{g})$

## ניתוח קטע ממאמר מדעי - חובה

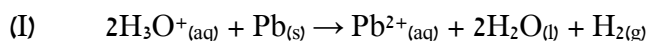
### 9. קראו את קטע הקריאה שלפנייך וענו על השאלות שאחרינו.

רובנו אוכלים עגבניות בצורה זו או אחרת, מפיצות ועד סלט טרי, כמעט מדי יום, אבל במשך מאות שנים פחדו תושבי אירופה וצפון אמריקה לטעום מן הפרי האדמדם מחשש שהוא רעיל. יש הסברים רבים לחשש השגוי הזה. אחד מהם קשור לחומר שממנו היו עשויים כלי האוכל עליהם הונחו פרוסות העגבניה.

מקורה של העגבניה בדרום אמריקה, והיא הובאה לאירופה בידי הספרדים במאה ה-16. בתחילה, רק עשירים יכלו להרשות לעצמם לאכול את הפרי החדש. עשירי אירופה נהגו לאכול על גבי צלחות העשויות מסגסוגת בשם פיוטר (בְּדוֹלֶת, בעברית). הסגסוגת מבוססת על בדיל ומעט נחושת. בימים ההם סגסוגת פיוטר הכילה גם אחוזים גבוהים למדי של עופרת. המיץ שזלג מן העגבניות חומצי, והחומצה הגיבה עם העופרת שבכלים ושחררה יוני עופרת רעילים. הסועדים לקו בהרעלת עופרת אך ייחסו את ההרעלה לעגבניות.

סיבה נוספת לחששות נבעה מכך שהעגבניה שייכת מבחינה בוטנית למשפחת הסולניים שרבים מחבריה אכן רעילים. הבוטנאים הראשונים זיהו את העגבניה בטעות כצמח אחר, המכיל אטרופין – חומר בעל השפעות גופניות שגורם למוות בריכוזים גבוהים. בן משפחה אחר, הוא צמח הדודאים, שכונה בשפות אירופיות "תפוח האהבה". גם כאן התבלבלו הבוטנאים שזיהו את העגבניה כתפוח האהבה – מכאן נובע שמו של הפרי בצרפתית ובעברית.

התמיסה החומצית בעגבנייה מגיבה עם עופרת,  $Pb_{(s)}$  (מספר אטומי 82) על פי תגובה I: (2 נקודות)



א. מהו החומר המחמצן ומהו החומר המחזור בתגובה? נמקו.

מחמצן: אטומי מימן היוני ההידרוניום,  $H_3O^+_{(aq)}$

מחזור: אטומי עופרת,  $Pb_{(s)}$

ערכו ניסוי עם צלחת פיוטר במסה של 130 גרם.

בניסוי טבלו את הצלחת בכלי גדול ובו תמיסה של חומצת מימן כלורי,  $HCl_{(aq)}$ , בנפח של 2 ליטר ובריכוז 0.5M.

מסת הצלחת בתום התגובה היא 70 גרם.

בתנאי הניסוי, רק העופרת שהייתה בסגסוגת הפיוטר הגיבה, והיא הגיבה עד תום.

ב. i. כמה מול עופרת הגיבו? פרטו חישובים (2 נקודות)

מסת העופרת שהגיבה:  $130-70=60 \text{ gr}$

מספר המולים שהגיבו:  $n=m/Mw = 60/207.2 = 0.29 \text{ mol}$

ii. כמה מול חומצה הגיבו? פרטו חישובים (2 נקודות)

על פי יחס המולים בתגובה הגיבו פי 2 מולי חומצה:  $0.29*2=0.58 \text{ mol}$

iii. מה יהיה ריכוז החומצה בתום התגובה? פרטו חישובים (1 נקודות)

מספר המולים ההתחלתי:  $n=CV=0.5 \times 2 = 1 \text{ mol}$

מספר המולים הסופי:  $1-0.58=0.42 \text{ mol}$

ריכוז סופי:  $C=n/V = 0.42/2 = 0.21M$

ג. לפניכם ארבעה משפטים, i-iv, המתייחסים לעופרת או לקטע הקריאה. קבעו מי מהם נכון ומי לא נכון:

(4 נקודות)

i. עופרת מצויה בטור 4, ולכן השריג שלה הוא שריג יוני שבו יוני עופרת במטען +4 הקשורים ליונים

שליליים במטען -4. לא נכון

ii. נתון שסף הרעילות של אטרופין הוא  $10^{-6}$  גרם אטרופין לכל קילוגרם של משקל גוף. לכן, אדם

שמשקלו 100 ק"ג לא ימות אם יקבל זריקה שיש בה  $10^{-5}$  גרם אטרופין. נכון

iii. אם העשירים בימי הביניים היו משתמשים בצלחות חרס, כמו העניים, הם לא היו מורעלים. נכון

iv. עופרת מצויה באותו טור בטבלה המחזורית כמו פחמן ולכן היא אל-מתכת. לא נכון

צלחות פיוטר מכילות עופרת,  $Pb_{(s)}$ , בדיל,  $Sn_{(s)}$ , ונחושת,  $Cu_{(s)}$ . כאשר מניחים חומצה בצלחת, בדיל ועופרת מגיבים באופן דומה לניסוח התגובה I אך נחושת אינה מגיבה.

לעומת זאת, כאשר מניחים בצלחת תמיסה מימית של בדיל כלורי,  $SnCl_{2(aq)}$  לא מתרחשת תגובה.

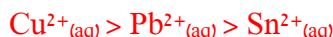
ד. סדרו את יוני המתכות עופרת,  $Pb^{2+}_{(aq)}$ , בדיל,  $Sn^{2+}_{(aq)}$ , ונחושת,  $Cu^{2+}_{(aq)}$ , על פי כושרן לחמצן נמקו את

הסידור. (3 נקודות)

יוני בדיל לא מחמצנים עופרת ונחושת, ולכן הן המחמצן החלש ביותר.

בניגוד לעופרת ובדיל, נחושת לא מגיבה עם החומצה ולכן היא המחזור החלש ביותר, כלומר יוני נחושת

הם המחמצן החזק ביותר. ולכן כושר החמצון של היונים הוא:



כאשר מניחים תמיסה של אבץ חנקתי,  $Zn(NO_3)_2(aq)$ , בכלי עשוי פיוטר, לא מתרחשת תגובה.

לפניכם מגיבים של תגובה (II):  $(II) \quad Sn^{2+}_{(aq)} + Zn_{(s)} \rightarrow Zn^{2+}_{(aq)} + Sn_{(s)}$

ה. העתיקו את המגיבים של תגובה (II) למחברת הבחינה והוסיפו את תוצרי התגובה? נמקו (2 נקודות)

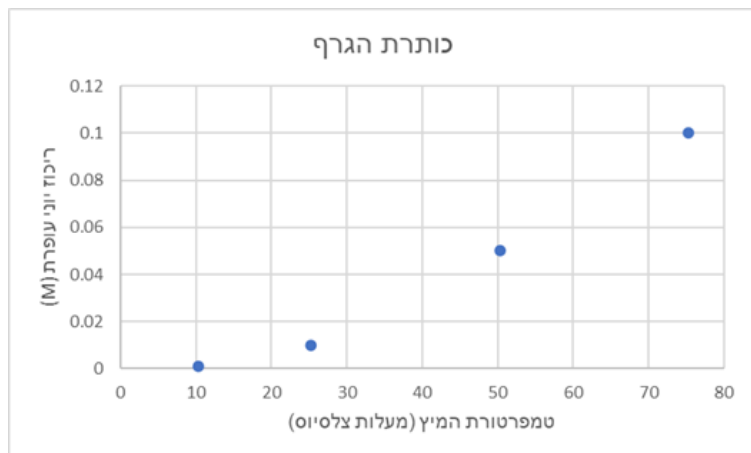
יוני אבץ לא מחמצנים בדיל, ולכן יוני בדיל מחמצנים אבץ

קבוצת תלמידות ותלמידים ערכה סדרת ניסויים.

בכל אחד מן הניסויים הקבוצה הכניסה מיץ עגבניות לכלי עשוי פיוטר והמתינה במשך 10 דקות - לאחר מכן מדדה את ריכוז יוני העופרת בכלי. בכל ניסוי טמפרטורת מיץ העגבניות היתה שונה, אבל במהלך 10 הדקות שבהן נמשך כל ניסוי דאגו התלמידות שטמפרטורת המיץ לא תשתנה.

התלמידות והתלמידים ריכזו את תוצאות הניסוי בגרף הזה: (4 נקודות)

ו. לפניכם כמה משפטים, קבעו עבור כל אחד מהם האם הוא נכון או לא נכון:



- i. הכותרת של הגרף היא השפעת ריכוז יוני העופרת על טמפרטורת המיץ. **לא נכון**
- ii. טמפרטורת המיץ היא גורם קבוע כי דאגו שהיא לא תשתנה במהלך הניסוי. **לא נכון**
- iii. במהלך עשר הדקות בהם נערך הניסוי ה-pH של מיץ העגבניות עלה. **נכון**
- iv. ככל שטמפרטורת המיץ גבוהה יותר, אנרגיית השיפעול של התגובה ליצירת יוני עופרת נמוכה יותר ולכן קצב התגובה גבוה יותר. **לא נכון**

## פרק שני (60 נקודות)

ענה על שלוש מהשאלות 10-14 (לכל שאלה 20 נקודות)

### שאלה 10: מבנה האטום ומבנה וקישור

שכיחות האלומיניום, Al, בקרום כדור הארץ גבוהה מאד (7% ) אך לא בצורתה המבריקה של המתכת, אלא כחלק מתרכובות. למשל אטומי אלומיניום נמצאים במחצבים כחלק מתחמוצת  $Al_2O_3$  בשם אלומינה, שהוא חומר מוצק ולבן.

א. הסבירו מדוע התרכובת אלומינה,  $Al_2O_{3(s)}$ , היא מוצק בטמפרטורת החדר. (3 נקודות)  
2 נקודות: אלומינה היא תרכובת יונית. סריג ענק המורכב מיונים חיוביים ויונים שליליים שביניהם קשרי חשמלי יוניים.

1 נקודות: בטמפרטורת החדר אין מספיק אנרגיה על מנת לשבור את הקשרים היוניים.  
ב. רשמו ברמת הסמל (בשפה הכימית) מהם החלקיקים המרכיבים את אלומינה,  $Al_2O_3$ . (1 נק)

( תינתן גם תשובה עם מקדמים מתאימים לפני )  $Al^{3+}; O^{2-}$

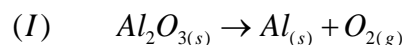
ג. קיבעו נכון/ לא נכון והסבירו את תשובתכם: (2\*4 = 4 נקודות)  
i. ההערכות האלקטרונית של שני סוגי החלקיקים המופיעים באלומינה,  $Al_2O_3$  זהה להערכות האלקטרונית של אטום נאון, Ne.

נכון. ההערכות האלקטרונית של יוני אלומיניום  $Al^{3+}$  ויוני חמצן  $O^{2-}$  היא 2,8

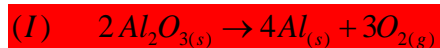
ii. רדיוס אטומי של חמצן הוא:  $1.43A^o$  ואילו הרדיוס האטומי של אלומיניום הוא:  $0.66A^o$ .  
לא נכון, אטום חמצן בשורה השנייה של הטבלה, על כן יש לו אלקטרונים ברמה האנרגטית ה-2 ואילו אלומיניום בשורה השלישית לכן יש לו אלקטרונים ברמת אנרגיה 3, שרחוקים יותר מהגרעין.

כיום מפיקים אלומיניום מתכתי,  $Al_{(s)}$ , בשיטת כימית הנקראת אלקטרוליזה ובה בשלב ראשון מתיכים את האלומינה,  $Al_2O_{3(s)}$ , לחלקיקים מהם היא מורכבת. בשלב השני מעבירים זרם חשמלי ומתקבל היסוד אלומיניום והיסוד חמצן.

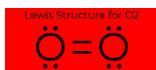
נתונה התגובה (I) אשר כוללת את שני השלבים המתוארים :



ד. אזנו את תגובה (I). (1.5 נקודות)



ה. ציירו את נוסחת הייצוג האלקטרונית ליסוד חמצן  $O_2$ . (1.5 נקודות)





במשך זמן רב, לא נמצאה דרך יעילה וזולה להפיק את המתכת אלומיניום מתרכובותיה. לכן, למרות שכיחותה הגבוהה של מתכת האלומיניום, מאז הפקתה בסוף המאה ה-19 ובמשך שישים שנה נחשבה אלומיניום למתכת היקרה ביותר בעולם ושוויה הגיע לכ- 1200 דולר לקילו.

ו. בהנחה שהופק במאה ה-19 ולפי תגובה (I): חשבו מהו המחיר בדולרים של אלומיניום שהיה מופק מטון אחד של אלומינה? (1 טון = 1000 קילו גרם) (4 נקודות)

1 טון = 1,000,000 גרם.

מולים של אלומינה:  $1,000,000/102$ : 9804 מול

לפי יחסי המולים בתגובה I, מולים של אלומיניום:  $2 \cdot 9804$ : 19,608 מול

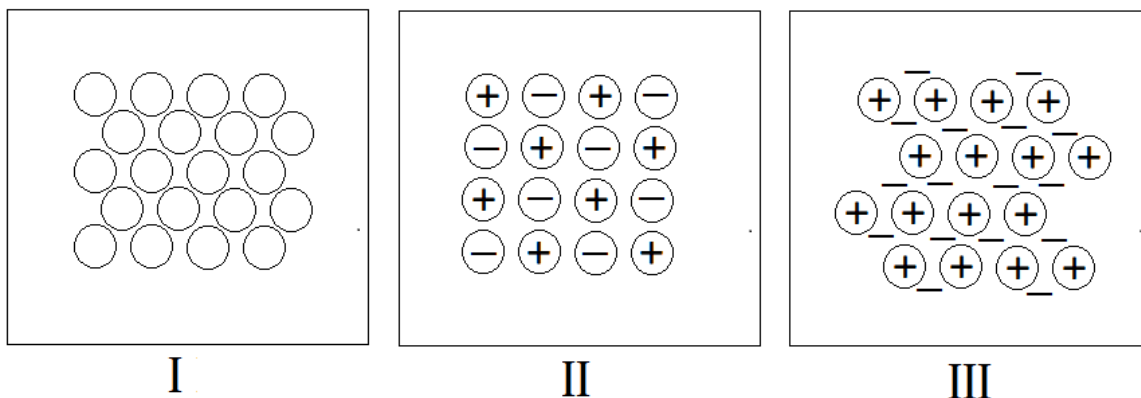
מסת אלומיניום:  $27 \cdot 19,608$ : 529,416 גרם = 529.4 ק"ג

מחיר לקילו זהב במאה ה-19: 1200 דולר לקילו.

מחיר האלומיניום שהיה מופק מטון אחד של אלומינה במאה ה-19 היה: 635,280 דולר

בשונה מהאלומיניום המתכת זהב, Au, היא מתכת אצילה שאינה מתרכבת עם יסודות אחרים ולכן מוצאים אותה בטבע בעיקר בצורתה המבריקה והמתכתית.

ז. איזה מודל I, II, או III הכי מתאים לתאר זהב במופעו המבריק והמתכתי? הסבירו. (3 נקודות)



מודל III. כי במופעו המתכתי, זה מורכב מגלעינים /יונים חיוביים מוקפים באלקטרונים נייחים ובלתי מאותרים. מודל III מתאים מבנה זה.

ח. רישמו כמה פרוטונים כמה אלקטרונים וכמה נויטרונים יש לזהב שסימולו הכימי הוא:  $^{197}_{79}Au$

(2 נקודות)

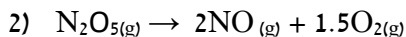
מספר פרוטונים: 79

מספר נויטרונים: 118

מספר אלקטרונים: 79

## שאלה 11: סטוכיומטריה והמצב הגזי

תחמוצת החנקן  $N_2O_5(g)$  נוטה להתפרק ל-  $NO(g)$  ול-  $NO_2(g)$  לפי תגובות הבאות:



את התגובות (1) ו-(2) ביצעו בנפרד בשני כלים סגורים בעלי נפח זהה ומדדו לחץ בכל אחד מהכלים. לשני הכלים הכניסו אותו מספר מולים של  $N_2O_5(g)$ , בתום התגובה נמדד לחץ גבוה יותר בכלי A מאשר בכלי B.

א. איזו תחמוצת של חנקן  $NO(g)$  או  $NO_2(g)$  התקבלה בכלי A? הסבירו. **תשובה:**  $NO(g)$ , מספר מולים בתוצרים בתגובה (2) גבוה מזה של תגובה (1), לפי הנוסחה  $PV=nRT$  באותם תנאי נפח וטמפרטורה, כאשר מספר מולים עולה הלחץ עולה. (2 נקודות)

בכלי בו התרחשה תגובה (2) נוצרו 9 ליטר גז חמצן.

ב. מהו הנפח של  $NO(g)$  שנוצר בכלי זה? פרטו חישובים. **תשובה:**  $V(NO(g)) = V(O_2(g)) * 2/1.5 = 12L$  (3 נקודות)

תרכובת חנקן חד חמצני  $NO(g)$  גם היא יכולה להמשיך להתפרק ליסודות חנקן וחמצן.

ג. רשמו ואזנו את תגובת הפירוק של חנקן חד חמצני,  $NO(g)$  ליסודות המרכיבים אותו.



במעבדה ביצעו ניסוי בתנאים בהם מול אחד של גז תופס נפח של 60 ליטר.

ד. האם הטמפרטורה בה מתבצע הניסוי קטנה/גבוהה/שווה לטמפרטורת החדר  $25^\circ C$ ? הסבירו.

(נפחו המולרי של גז בטמפרטורה של  $25^\circ C$  הוא 25 ליטר למול). **תשובה:** טמפי גבוהה. לפי הנוסחה  $PV=nRT$  ככל שנפח גבוה יותר כך טמפי גבוהה יותר (בתנאי שמי' מולים ולחץ קבועים) (2 נקודות)

5 מיליליטר של גז  $NO(g)$  הוזרמו לכלי סגור בתנאים בהם מול אחד של גז תופס נפח של 60 ליטר. הגז  $NO(g)$  התפרק ליסודות המרכיבים אותו. כל גז החמצן שהתקבל בניסוי זה נאסף בכלי נפרד.

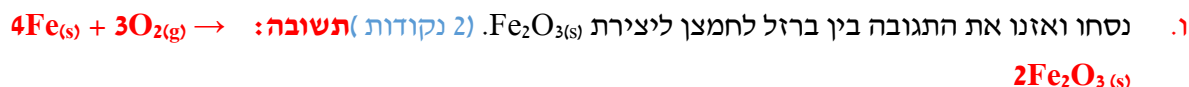
ה. כמה **מולקולות** של חמצן התקבלו בתגובה ונאספו? פרטו חישובים. (3 נקודות)

$$n(NO) = V/V_m = 0.005L/60L/mol = 8.33 \cdot 10^{-5} mol$$

$$n(O_2) = n(NO)/2 = 4.167 \cdot 10^{-5} mol$$

$$\underline{N(O_2) = n(O_2) \cdot N_A = 4.167 \cdot 10^{-5} mol \cdot 6.02 \cdot 10^{23} molec/mol = 2.58 \cdot 10^{19} molecules}$$

גז החמצן אשר נאסף עורבב יחד עם אבקת ברזל  $Fe(s)$  ליצירת תחמוצת ברזל  $Fe_2O_3(s)$ .



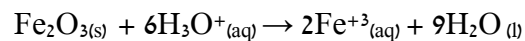
ז. מהי מסת תחמוצת ברזל שהתקבלה בתום התגובה בה הגיב כל גז החמצן שנאסף. (3 נקודות)

$$n(\text{O}_2) = 4.167 \cdot 10^{-5} \text{ mol}$$

$$n(\text{Fe}_2\text{O}_3) = 2 \cdot n(\text{O}_2) / 3$$

$$\underline{m(\text{Fe}_2\text{O}_3) = M_w \cdot n(\text{O}_2) = 159.69 \cdot 2.778 \cdot 10^{-5} \text{ gr} = 4.44 \cdot 10^{-3} \text{ gr}}$$

ברזל חמצני  $\text{Fe}_2\text{O}_3(\text{s})$  במסה של 5 קילוגרם הוכנס ל-125 ליטר של תמיסת חומצה הידרוכלורית (HCl). התרחשה תגובה הבאה:



ח. חשבו את ריכוז יוני ברזל בתמיסה המתקבלת. פרטו חישובים. (3 נקודות)

$$n(\text{Fe}_2\text{O}_3) = 5 \cdot 1000 \text{ gr} / 159.69 \text{ gr/mol} = 31.31 \text{ mol}$$

$$n(\text{Fe}^{+3}) = 2 \cdot n(\text{Fe}_2\text{O}_3) = 62.62 \text{ mol}$$

$$\underline{C(\text{Fe}^{+3}) = n/V = 62.62/125 = 0.5 \text{ M}}$$

## שאלה 12: חומצות ובסיסים ומבנה וקישור

בטבלה שלפניכם מוצגים נתונים לגבי 4 תמיסות מימיות:

מספר תמיסה	נוסחת החומר המומס	ריכוז התמיסה (M)
1	$\text{Ba(OH)}_{2(s)}$	0.01
2	$\text{HNO}_{3(l)}$	0.01
3	$\text{NH}_{3(g)}$	0.01
4	$\text{CH}_3\text{OH}_{(l)}$	0.01

א. הסבירו מדוע אמוניה,  $\text{NH}_{3(g)}$ , היא גז בטמפרטורת החדר, כאשר מתנול,  $\text{CH}_3\text{OH}_{(l)}$ , הוא נוזל.

(3 נקודות)

חומר א	חומר ב	החומרים
$\text{NH}_3$	$\text{CH}_3\text{OH}$	נוסחה מולקולרית לכל חומר
10e	18e	הגודל היחסי של ענני האלקטרוניים במולקולות של כל אחד מהחומרים
קוטבית	קוטבית	קוטביות מולקולה
קשרי מימן ואינטראקציות ון-דר-ולס	קשרי מימן ואינטראקציות ון-דר-ולס	סוגי הכוחות הבין מולקולריים בכל אחד מהחומרים במצב נוזל
<p>בין מולקולות של שני החומרים מתקיימים קשרי מימן ואינטראקציות ו.ד.ו.</p> <p>למתנול מספר אלקטרוניים גדול יותר ולכן קשרי ו.ד.ו חזקים יותר (סיכוי גדול יותר ליצירת דו קטבים רגעיים).</p> <p>קשרי מימן אשר מתקיימים בין מולקולות המתנול חזקים יותר כיוון שאטום החמצן בעל אלקטרושליליות גבוהה יותר מאשר אטום החנקן ולכן קשר מימן נוצר בין מולקולות מתנול קוטבי יותר.</p> <p>סה"כ הקשרים הבינמולקולריים חזקים יותר בין מולקולות המתנול.</p>		ניתוח החוזק היחסי של הכוחות הבין מולקולריים בחומרים במצב נוזל
<p>סה"כ הקשרים הבינמולקולריים חזקים יותר בין מולקולות המתנול. ולכן טמפרטורת הרתיחה גבוהה יותר למתנול מאשר לאמוניה.</p>		הסבר לגבי השוואה של טמפרטורות הרתיחה של החומרים

**מצב צבירה בטמפ' החדר**

טמפרטורת הרתיחה של מתנול גבוה מטמפ' החדר ולכן הוא נוזל.  
טמפרטורת הרתיחה של אמוניה נמוכה מטמפ' החדר ולכן היא גז.

ב. נסחו את התגובות לקבלת כל אחת מן התמיסות המימיות שבטבלה. (4 נקודות)

- $\text{Ba(OH)}_{2(s)} \rightarrow \text{Ba}^{2+}_{(aq)} + 2(\text{OH})^{-}_{(aq)}$
- $\text{HNO}_{3(l)} + \text{H}_2\text{O}_{(l)} \rightarrow \text{H}_3\text{O}^{+}_{(aq)} + \text{NO}_3^{-}_{(aq)}$
- $\text{NH}_3(g) + \text{H}_2\text{O}_{(l)} \rightarrow \text{NH}_4^{+}_{(aq)} + \text{OH}^{-}_{(aq)}$
- $\text{CH}_3\text{OH}_{(l)} \rightarrow \text{CH}_3\text{OH}_{(aq)}$

ג. סדרו את ארבעת התמיסות לפי ה-pH מהנמוך לגבוה. הסברו. (2 נקודות)

pH הנמוך ביותר הוא בתמיסה 2 – תמיסה חומצית. pH קטן מ-7. יש נוכחות של יוני הידרוניום בתמיסה.

pH של התמיסה 4 שווה ל-7. תמיסה ניטרלית.

pH של תמיסה 3 הוא בסיסי – גבוה מ-7. התמיסה בסיסית. יש נוכחות של יוני הידרוקסיד.

pH של תמיסה 1 הוא בסיסי – גבוה מ-7. ריכוז יוני הידרוקסיד בתמיסה זאת גבוה מאשר בתמיסה 3 ולכן ה-pH שלה גבוה יותר.

במעבדה ערבבו 100 מ"ל של תמיסה (1) עם 100 מ"ל של תמיסה (2).

ד. רשמו ניסוח נטו לתגובה שהתרחשה. (2 נקודות)



ה. האם ה-pH של התמיסה המתקבלת לאחר הערבוב יהיה קטן / שווה / גדול מ-7. נמקו. (2 נקודות)

כדי לענות על שאלה זאת צריך לחשב את מספר מולים של יוני הידרוניום והידרוקסיד.

$$n(\text{OH}^{-}) = C \times V \times 2 = 0.01\text{M} \times 0.1\text{L} \times 2 = 0.002\text{mol}$$

$$n(\text{H}_3\text{O}^{+}) = C \times V = 0.01\text{M} \times 0.1\text{L} = 0.001\text{mol}$$

מספר המולים של יוני הידרוקסיד גבוה ממספר מולים של יוני ההידרוניום ולכן בתמיסה יישאר עודף של יוני ההידרוקסיד ולכן ה-pH סוף ההוספה יהיה גדול מ-7.

ו. חשבו את ריכוז יוני הבריום,  $\text{Ba}^{2+}_{(aq)}$ , בתמיסה המתקבלת. פרטו את החישובים. (2 נקודות)

כדי לחשב את ריכוז יוני הבריום צריך לחשב את מספר המולים של יוני הבריום לחלק בנפח הכולל של התמיסה:

$$n(\text{Ba}^{2+}_{(aq)}) = C \times V = 0.01\text{M} \times 0.1\text{L} = 0.001\text{mol}$$

$$V = 0.1\text{L} + 0.1\text{L} = 0.2\text{L}$$

$$C(\text{Ba}^{2+}_{(\text{aq})}) = 0.001\text{mol} / 0.2\text{L} = 0.005\text{M}$$

את תמיסה 3 הכינו ע"י הזרמה של 250 מיליליטר של גז אמוניה,  $\text{NH}_3(\text{g})$ , לתוך כלי המכיל 500 מיליליטר מים.

ז. חשבו את הנפח של מול 1 של גז בתנאים בהם התבצעה התגובה. פרטו חישובים. (2 נקודות)

קודם כל נחשב את מספר המולים של אמוניה בתמיסה:

$$n(\text{NH}_3(\text{g})) = C \times V = 0.01\text{M} \times 0.5\text{L} = 0.005\text{mol}$$

נפח מולרי של גז הוא נפח של 1 מול:

$$V_m = V/n = 0.25\text{L} / 0.005\text{mol} = 50 \text{ L/mol}$$

ל-100 מ"ל תמיסה (3) הוסיפו 60 מ"ל של תמיסה (4).

ח. האם ה-pH של התמיסה (3) עלה/ירד/לא השתנה במהלך ההוספה. הסבירו. (1.5 נקודות)

כאשר לתמיסה 3 שהיא בסיסית מוסיפים תמיסה 4 שהיא ניטרלית, ריכוז יוני ההידרוקסיד יורד ולכן ה-pH יורד.

ל-100 מ"ל תמיסה (3) הוסיפו 60 מ"ל של תמיסה (1).

ט. האם ה-pH של התמיסה (3) עלה/ירד/לא השתנה במהלך ההוספה. הסבירו. (1.5 נקודות)

לתמיסה בסיסית מוסיפים תמיסה מרוכזת יותר ולכן ריכוז יוני ההידרוקסיד עולה ולכן ה-pH עולה.

### שאלה 13: כימיה של מזון ומבנה וקישור

חומצת השומן	רישום מקוצר של חומצת השומן
חומצה פלמיטית	C16: 0
חומצה סטארית	C18: 0
חומצה אולאית	C18: 1 $\omega$ 9, cis
חומצה לינולאית	C18: 2 $\omega$ 6, cis, cis

שמן הזית מהווה כשמן הנפוץ ביותר באזור אגן ים התיכון. בתקשורת ובספרות מרבים לציין את האיכויות התזונתיות של שמן זה. מרבית חומצות השומן בשמן הזית נמצאות בצורה של טריגליצרידים ומקצתם בצורה של חומצות חופשיות. בטבלה הבאה מפורטות חלק מחומצות השומן החופשיות הנמצאות בשמן הזית.

א. כתבו את הנוסחה המולקולרית של חומצה לינולאית?



ב.

i. דרגו בסדר עולה את טמפרטורת ההיתוך של חומצות השומן הבאות – וחומצה סטארית, חומצה אולאית וחומצה לינולאית. הסבירו את הדירוג שנבחר.

(4 נקודה). דירוג נקודת ההתכה בסדר עולה הוא

חומצה לינולאית > חומצה אולאית > חומצה סטארית

נקודת היתוך של חומצות שומן נקבעת על פי מספר האלקטרונים הכולל במולקולה ומצפיפות האריזה, שני גורמים המשפיעים על אינטראקציות ואן דר ואלס בין המולקולות של חומצות השומן.

בשלושת חומצות השומן הללו מספר האלקטרונים דומה ולכן נקודת ההיתוך תקבע על פי צפיפות האריזה. קשרים כפולים מייצרים אזורים כפופים במולקולה ולכן פוגמים ביכולת של המולקולות לייצר צפיפות אריזה גבוהה יותר ובכך מקטינים את אינטראקציות ואן דר ואלס בין המולקולות. כתוצאה מכך תדרש אנרגיה קטנה יותר להתגבר על החלשת הקשרים הבין מולקולרים ולכן נקודת היתוך של החומצה. תהיה נמוכה יותר. חומצה סטארית היא חומצת שומן רוויה ללא קשרים כפולים כלל ולכן אינה מכילה אזורים כפופים במולקולה ולכן צפיפות האריזה שלה גבוהה ביותר ומכאן שנקודת ההיתוך שלה תהיה הגבוהה ביותר. בחומצה אולאית יש קשר כפול אחד מסוג ציס הפוגם בצפיפות האריזה של המולקולות ולכן מחליש את קשרי הוואן דר ואלס בין המולקולות ביחס לחומצה סטארית ומכאן שנקודת ההיתוך שלו תהיה נמוכה יותר. בחומצה לינולאית המכילה שני קשרים כפולים מסוג ציס נוצרים אזורי כיפוף רבים ביותר ולכן אינטראקציות ואן דר ואלס בין מולקולות אלו הם החלשים ביותר ולכן ידרש הכי פחות אנרגיה להחלשתם ולכן נקודת ההיתוך שלה תהיה הנמוכה ביותר בסדרה זו.

ii. לחומצה אולאית איזומר גאומטרי (שאינו קיים כחומר טבעי) בעל נקודת רתיחה גבוהה יותר. כתבו את הרישום המקוצר של חומר זה.

(2 נקודה) האיזומר הגאומטרי הוא איזומר הטרנס. הרישום המקוצר שלו הוא



ג. אחת מחומצות השומן המופיעות בטבלה היא חומצת שומן חיונית. איזו מבין חומצות השומן המצוינות בטבלה היא חומצת שומן חיונית? הסבירו מדוע.

(2 נקודה) חומצת שומן לינולאית היא חומצת שומן חיונית מכיוון שהיא חומצת שומן מסוג אומגה 6. חומצת שומן חיונית הן חומצות שומן שהגוף אינו יודע לייצר בעצמו אך נחוץ להם לתפקוד בריא ולכן נדרש לצרוך און מהמזון. דוגמא נוספת לחומצת שומן חיונית היא אומגה 3

ד. קבעו לגבי המשפטים הבאים נכון או לא נכון (אין צורך לנמק).

i. שתי חומצות השומן הרוויות בטבלה הן חומצה פלמיטית וחומצה סטארית.

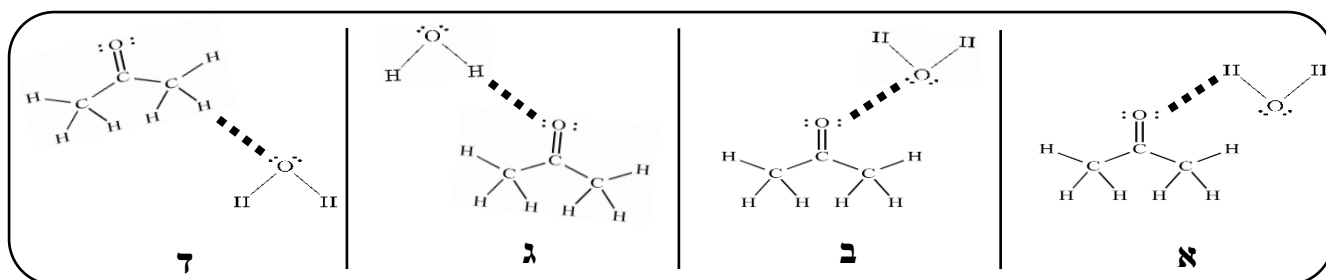
(1 נקודה) נכון – חומצת שומן רוויה אינה מכילה קשרים כפולים

ii. חומצה לינולאית מתאימה להגדרה של חומצת שומן רב-לא-רוויה.

(1 נקודה) נכון – חומצת שומן רב- לא רוויה היא חומצת שומן עם יותר מקשר כפול אחד

אצטון,  $\text{CH}_3\text{COCH}_3(l)$ , מסיס במים ומשמש בין היתר כחומר להסרת לק.

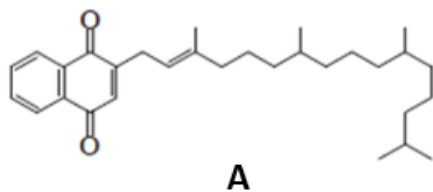
ה. איזה מבין התאורים הסכמטיים א-ד הבאים מתאר נכון את הקשר הנוצר בין מולקולות המים למולקולת האצטון? נמקו בקצרה את הבחירה.



(3 נקודות). **תאור סכמטי ג.** קשר מימני נוצר בין מימן החשוף מאלקטרוניים במולקולה אחת (מימן חשוף מאלקטרוניים הוא מימן המקושר בקוולנטי לאטום חמצן, חנקן או פלואור) ובין זוג אלקטרוניים לא קושר של אטומי חמצן, חנקן או פלואור במולקולה שנייה. סביב אטום המימן המייצר את הקשר המימני נוצרת זווית של 180 מעלות המאפשרת ריחוק מקסימלי במרחב בין שני האלמנטים המקושרים אליו ובעלי מטען חלקי שלילי. רק **תאור סכמטי ג** מתאר מצב המתאים לתאור זה. בסכמה א הזווית סביב אטום המימן המייצר את הקשר המימני אינה 180 מעלות, בסכמה ב הקישור המתואר אינו מכיל אטומי מימן כלל ובסכמה ד המימן המצוין אינו קשור לאטום חמצן, חנקן או פלואור ולכן אינו יכול לייצר קשר מימני.

מצב הצבירה של החומר המסומן באות A בטמפרטורת החדר היא נוזל. נוסחת המבנה שלו מתוארת בהמשך ונוסחתו המולקולרית היא  $\text{C}_{30}\text{H}_{44}\text{O}_2$ .

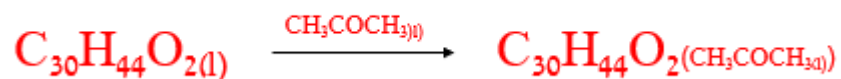




ידוע כי חומר A מתמוסס היטב באצטון אך אינו מסיס במים

1.

i. נסחו בעזרת הנוסחאות המולקולריות את תהליך ההמסה של חומר A באצטון. (2 נקודה)

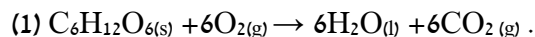


ii. מדוע חומר A מסיס באצטון אך אינו מסיס במים? הסבירו.

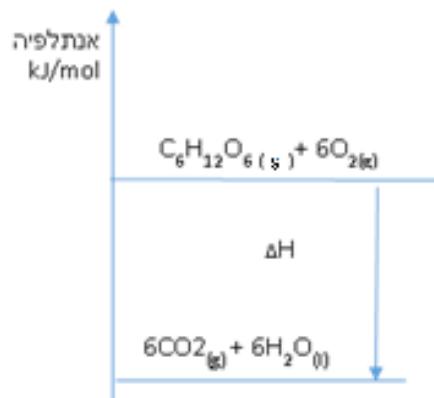
(3 נקודות). מסיסות מתאפשרת כאשר ישנה התאמה בין הכוחות הבין מולקולרים בין מולקולות הממס למולקולות המומס. בין מולקולות המים נוצרים בעיקר קשרי מימן ואילו בחומר A המכיל שייר פחמני גדול מאוד מתקיימות ביקר קשרי ואן דר ואלס. אטומי החמצן בחומר A אינם מאפשרים המסה במים מכיוון שהקישור המימני החלש הנוצר בינם לבין מולקולות המים מופרע עקב השייר הפחממני במולקולה זו המתעדף קשרי ואן דר ואלס. לעומת זאת, בין מולקולות האצטון יש אינטראקציות מסוג ואן דר ואלס בלבד התואמים את האינטראקציות הקיימות בחומר A ולכן מסיסותו בממס זה גבוהה.

## שאלה 14: אנרגיה וחימצון חיזור

בזמן מאמץ משתמשים תאי השריר בגלוקוז בתגובה (1) תגובה המכונה לעיתים שריפת גלוקוז. האנרגיה הנפלטת מתגובה זו, עוברת לרכיבי השריר ומשמשת לתנועת השריר.



א. (3 נקודות) שרטטו גרף סכמטי המייצג את שינוי האנתלפיה במערכת בעת תגובה (1).



נתון כי בשריפת 1 גרם גלוקוז בשריר האנתלפיה משתנה ב 17.6 kJ.

ב. (3 נקודות) חשבו מהו שינוי האנתלפיה עבור שריפת 1 מול גלוקוז.

$\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$	$\Delta H$
mol1	$\Delta H = -17.6 / 0.0056 = -3168 \text{ kJ/mol}$
$1/180 = 0.0056 \text{ mol}$	-17.6 kJ

כאמור, כאשר מתרחשת תגובת השריפה של גלוקוז בתאי השריר מתקבלים מים נוזליים, לעומת זאת כאשר מבצעים את תגובת השריפה בתנאים אחרים מתקבלים מים במצב צבירה גז.

נמצא כי עבור התגובה בה מתקבלים מים במצב צבירה גז:  $\Delta H = -3102.2 \text{ kJ/mol}$

ג. (1 נקודות) נסחו את תגובת הרתיחה של מים:  $\text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightarrow \text{H}_2\text{O}(\text{g})$

ד. (3 נקודות) חשבו את שינוי האנתלפיה בתגובת הרתיחה של מים.

$$\Delta H = (+65.8) \text{ kJ} / 6 = +10.97 \text{ kJ/mol} \quad (\text{חלוקה ב-6 כדי לקבל למול של מים})$$

בניסוי נמצא כי מתאמת צרכה 1 ליטר גז חמצן בטמפרטורת החדר. כל נפח החמצן הגיב. (נפחו המולרי של גז בטמפרטורה של 25°C הוא 25 ליטר למול).

ה. (2 נקודות) חשבו (לפי סעיף ב) מהי כמות האנרגיה בה השתמש השריר.

$$n = 1 \text{ liter} / 25 \text{ liter/mol} = 0.04 \text{ mol}$$

$$n_{\text{Glu}} = 0.04/6 = 0.0067 \text{ mol}$$

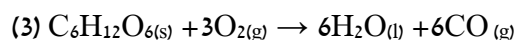
$$0.0067 \text{ mol} \times -3142.8 \text{ kJ/mol} = -20.9 \text{ kJ}$$

$$\Delta H = -20.9 \text{ kJ}$$

ו. (2 נקודות) האם תגובת השריפה של גלוקוז היא תגובת חימצון חיזור? אם לא הסבירו מדוע, אם כן קבעו מי המחמצן ומי המחזור בתגובת שריפה זו.

זוהי תגובת חימצון חיזור. פחמן ב-  $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$  מחזור עולה בדרגות החימצון, חמצן,  $\text{O}_2$  מחמצן יורד בדרגות החימצון

בתנאים אחרים, עשויה להתרחש שריפה חלקית של גלוקוז, לפי הניסוח הבא:



ז. (2 נקודות) כמה מול אלקטרונים עוברים בתגובה בה מגיב 1 מול גלוקוז? 12 מול

ח. (2 נקודות) האם אטום החמצן בחומר CO יכול להשתתף בתהליכי חימצון חיזור כמחמצן? נמקו קביעתכם.

חמצן נמצא בתרכובת זו בדרגת חימצון (-2). זוהי דרגת חימצון מינימלית עבור חמצן, ולכן יכול רק לחזור ולא לחמצן.

בתנאי מאמץ גבוה, נוצרים בשריר חומרים העשויים להגיב עם גלוקוז במקום החמצן.

חומרים אלו מגיבים עם רכיבי השריר ופוגעים בהם. יש המציעים לתת לספורטאים אנטיאוקסידנטים לפני תחילת מאמץ.

ט. (2 נקודות) הסבירו כיצד אנטיאוקסידנטים עשויים למנוע את הפגיעה.

החומרים המגיבים עם גלוקוז במקום חמצן, הם מחמצנים. מכיוון שהמחמצנים עשויים לפגוע ברכיבי השריר, אנטיאוקסידנטים שהם מחזרים טובים, עשויים לגיב עם המחמצנים במקום רכיבי השריר ובכך למנוע את הפגיעה