



המרכז הארצי  
למורי הכימיה



המחלקה להוראת המדעים



המרכז הישראלי לחינוך מדעי טכנולוגי  
על-שם עמוס דה-שליט

מדינת ישראל  
משרד החינוך  
המזכירות הפדגוגית  
אגף מדעים  
הפיקוח על הוראת הכימיה

## בחינת הבגרות בכימיה 3 יחידות לימוד - שאלון 37303 2013 תשע"ג

הוכן על-ידי: בוגרי הקורסים למורים מובילים  
במסגרת המרכז הארצי למורי הכימיה

בראשות: זיוה בר-דב

צוות הכתיבה: חני אלישע

רחל אשר

אסתר ברקוביץ

מוחמד גרה

קלודיה סאדר

אלה פרוטקין-זילברמן

מיכאל קויפמן

עדינה שינפלד

נאוה תמם

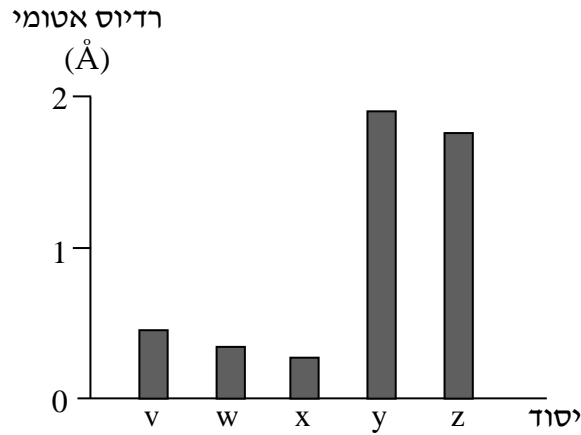
יעוץ מדעי ופדגוגי: מכון ויצמן למדע: ד"ר רחל ממלוק-נעמן  
משרד החינוך: ד"ר דורית טייטלבוים, מפמ"ר כימיה

מרץ 2014

# שאלה 1

## סעיף א'

חמישה יסודות שמספריהם האטומיים עוקבים מסומנים באותיות  $v, w, x, y, z$ .  
בדיאגרמה שלפניך מוצגים הרדיוסים של אטומי היסודות האלה ביחידות אורך אנגסטרם ( $\text{\AA}$ ).



מהי הקביעה הנכונה?

1. היסודות z-v נמצאים באותה שורה בטבלה המחזורית.
2. היסוד z הוא יסוד ממשפחת הגזים האצילים.
3. היסוד y הוא יסוד ממשפחת המתכות האלקליות.
4. מספר אלקטרוני הערכיות באטום של יסוד v קטן ממספר אלקטרוני הערכיות באטום של יסוד z.

## הנימוק:

רדיוס אטומי של אטומי היסודות קטן לאורך השורה (המחזור) בטבלה המחזורית, מפני שמספר הפרוטונים בגרעיני האטומים עולה - המטען הגרעיני עולה. לכן כוחות המשיכה הפועלים באטום בין הגרעין לאלקטרונים מתחזקים והרדיוס האטומי קטן.

רדיוס אטומי של אטומי היסודות בטור גדל, מפני שגדל מספר רמות האנרגיה באטום.

על פי הגרף הנתון הרדיוס האטומי של אטומי היסוד y גדול בהרבה מזה של אטומי היסוד x.

המסקנה: היסודות הנתונים נמצאים בשתי שורות של הטבלה המחזורית. היסוד x נמצא בטור השמיני בשורה העליונה והיסוד y נמצא בטור הראשון - במשפחת המתכות האלקליות, בשורה התחתונה. ערכי הרדיוס האטומי של שאר היסודות הנתונים מתאימים לקביעה זו:

מספר הטור בטבלה המחזורית							
שמיני	שביעי	שישי	חמישי	רביעי	שלישי	שני	ראשון
x	w	v					
						z	y

## סעיף ב'

במצב נוזל כוחות המשיכה בין מולקולות החומר דו-כלורו מתאן,  $\text{CH}_2\text{Cl}_{2(l)}$ , חזקים מכוחות המשיכה בין מולקולות החומר ארבע פלואורומתאן,  $\text{CF}_{4(l)}$ .

למולקולות של שני החומרים צורת טטראדר.

מה גורם לשוני בחוזק הכוחות הבין מולקולריים בשני החומרים?

1. ענן האלקטרוניים במולקולות  $\text{CH}_2\text{Cl}_2$  גדול מענן האלקטרוניים במולקולות  $\text{CF}_4$ .

2. במולקולות  $\text{CH}_2\text{Cl}_2$  יש דו-קוטב קבוע, ואילו במולקולות  $\text{CF}_4$  יש דו-קוטב רגעי בלבד.

3. שטח המגע בין מולקולות  $\text{CH}_2\text{Cl}_2$  קטן משטח המגע בין מולקולות  $\text{CF}_4$ .

4. בין מולקולות  $\text{CH}_2\text{Cl}_2$  יש קשרי מימן, ואילו בין מולקולות  $\text{CF}_4$  יש אינטראקציות ון-דר-ואלס.

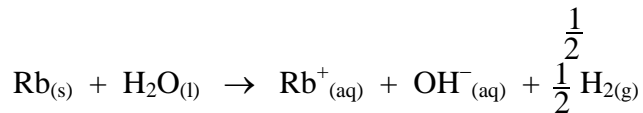
## הנימוק:

$\text{CH}_2\text{Cl}_{2(l)}$  ו- $\text{CF}_{4(l)}$  הם חומרים מולקולריים. גודל ענני האלקטרוניים במולקולות של שני החומרים שווה - כל מולקולה מכילה 42 אלקטרוניים. במצב נוזל בין המולקולות של כל אחד מהחומרים יש אינטראקציות ון-דר-ואלס, אך בחומר  $\text{CH}_2\text{Cl}_{2(l)}$  אינטראקציות אלה חזקות יותר, כי במולקולות  $\text{CH}_2\text{Cl}_2$  יש דו-קוטב קבוע, ואילו במולקולות  $\text{CF}_4$  יש דו-קוטב רגעי בלבד. כוחות המשיכה בין מולקולות קוטביות חזקים יותר מכוחות המשיכה בין מולקולות לא קוטביות.

## סעיף ג'

בכל אחד משני הכלים, A ו-B, יש 100 מ"ל מים. לכל כלי הכניסו מוצק.

בכלי A התרחשה התגובה:



בכלי B התרחשה התגובה:



התגובות בשני הכלים התרחשו באותה טמפרטורה ובאותו לחץ.

במהלך כל אחת מהתגובות נפלטו 0.25 מול גז.

מהי הקביעה הנכונה?

1. לכל אחד משני הכלים הכניסו מסות שוות של המוצק שהגיב.

2. לכל אחד משני הכלים הכניסו אותו מספר מולים של המוצק שהגיב.

3. בתום התגובות נפח הגז בכלי A היה גדול מנפח הגז בכלי B.

4. בתום התגובות מספר המולים של יוני  $\text{Rb}^+_{(aq)}$  בכלי A היה גדול ממספר המולים של יוני  $\text{Rb}^+_{(aq)}$  בכלי B.

### הנימוק:

חישובים עבור התגובה המתרחשת בכלי A:

יחס המולים בניסוח התגובה בין  $\text{H}_{2(g)}$  ליוני  $\text{Rb}^+_{(aq)}$  ול- $\text{Rb}_{(s)}$  הוא 1:1:0.5,

לכן אם נוצרים 0.25 מול  $\text{H}_{2(g)}$ , נוצרים **0.5 מול יוני  $\text{Rb}^+_{(aq)}$**  ומגיבים 0.5 מול  $\text{Rb}_{(s)}$ .

המסה המולרית של  $\text{Rb}_{(s)}$ :

$$85.5 \frac{\text{gr}}{\text{mol}}$$

המסה של  $\text{Rb}_{(s)}$  שהגיב:

$$85.5 \frac{\text{gr}}{\text{mol}} \times 0.5 \text{ mol} = 42.75 \text{ gr}$$

או:

$\text{Rb}_{(s)} + \text{H}_2\text{O}_{(l)} \rightarrow \text{Rb}^+_{(aq)} + \text{OH}^-_{(aq)} + \frac{1}{2} \text{H}_{2(g)}$					
85.5					מסה מולרית (גרם למול)
1		1		0.5	יחס המולים בניסוח תגובה
0.5	←	0.5	←	0.25	מספר המולים נתון/נדרש בניסוי ספציפי
42.75					מסה נתונה/נדרשת בניסוי ספציפי (גרם)

חישובים עבור התגובה המתרחשת בכלי B:

יחס המולים בניסוח התגובה בין  $\text{H}_{2(g)}$  ליוני  $\text{Rb}^+_{(aq)}$  ול- $\text{RbH}_{(s)}$  הוא 1:1:1,

לכן אם נוצרים 0.25 מול  $\text{H}_{2(g)}$ , נוצרים **0.25 מול יוני  $\text{Rb}^+_{(aq)}$**  ומגיבים 0.25 מול  $\text{RbH}_{(s)}$ .

המסה המולרית של  $\text{RbH}_{(s)}$ :

$$86.5 \frac{\text{gr}}{\text{mol}}$$

המסה של  $\text{RbH}_{(s)}$  שהגיב:

$$86.5 \frac{\text{gr}}{\text{mol}} \times 0.25 \text{ mol} = 21.625 \text{ gr}$$

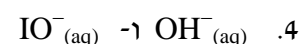
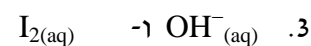
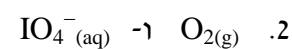
$\text{RbH}_{(s)} + \text{H}_2\text{O}_{(l)} \rightarrow \text{Rb}^+_{(aq)} + \text{OH}^-_{(aq)} + \text{H}_{2(g)}$					
86.5					מסה מולרית (גרם למול)
1		1		1	יחס המולים בניסוח תגובה
0.25		0.25		0.25	מספר המולים נתון/נדרש בניסוי ספציפי
21.625					מסה נתונה/נדרשת בניסוי ספציפי (גרם)

על פי תוצאות החישובים, תשובה 4 נכונה: בתום התגובות מספר המולים של יוני  $\text{Rb}^+_{(aq)}$  בכלי A היה גדול ממספר המולים של יוני  $\text{Rb}^+_{(aq)}$  בכלי B. שאר המסיחים אינם מתאימים לנתוני השאלה ולתוצאות החישובים.

## סעיף ד'

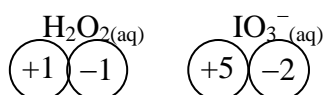
ערבבו תמיסה המכילה יוני יודאט,  $\text{IO}_3^-$  (aq), עם תמיסת מימן על חמצני,  $\text{H}_2\text{O}_2$  (aq). התרחשה תגובה.

אילו תוצרים יכולים להתקבל בתגובה זו?



### הנימוק:

על פי דרגות החמצון של אטומי חמצן ויוד בתוצרים, אפשר להסיק שמדובר בתגובת חמצון-חיזור. דרגות החמצון של אטומים במגיבים הנמצאים בתמיסה המימית (לאחר ערבוב התמיסות):



דרגת החמצון המרבית של אטומי יוד היא (+7)

דרגת החמצון המזערית של אטומי יוד היא (-1)

(כי לאטום יוד 7 אלקטרונים ברמת האנרגיה הגבוהה ביותר).

לכן אטומי יוד ביוני  $\text{IO}_3^-$  (aq) יכולים לשמש גם מחמצן וגם מחזור.

דרגת החמצון המרבית של אטומי חמצן היא (+2) (בתרכובות עם פלואור)

דרגת החמצון המזערית של אטומי חמצן היא (-2)

(כי לאטום חמצן 6 אלקטרונים ברמת האנרגיה הגבוהה ביותר).

לכן אטומי חמצן במולקולות  $\text{H}_2\text{O}_2$  (aq) יכולים לשמש גם מחמצן וגם מחזור, וביוני  $\text{IO}_3^-$  (aq) רק מחזור.

דרגת החמצון המרבית של אטומי מימן היא (+1)

דרגת החמצון המזערית של אטומי מימן היא (-1)

(כי לאטום מימן אלקטרון אחד ברמת האנרגיה).

לכן אטומי מימן במולקולות  $\text{H}_2\text{O}_2$  (aq) יכולים לשמש רק מחמצן.

דרגות החמצון של אטומים במגיבים:

דרגות חמצון של			מגיבים
אטומי מימן	אטומי חמצן	אטומי יוד	
	(-2)	(+5)	$\text{IO}_3^-$ (aq)
(+1)	(-1)		$\text{H}_2\text{O}_2$ (aq)

דרגות החמצון של אטומים בתוצרים :

האם התגובה אפשרית?	תהליך שצריך להתרחש בתגובה	דרגות חמצון של			תוצרים	מספר תשובה
		אטומי מימן	אטומי חמצן	אטומי יוד		
כן	אטומי יוד צריכים לעבור חיזור			0	$I_{2(aq)}$	1
	אטומי חמצן צריכים לעבור חמצון		0		$O_{2(g)}$	
לא	אטומי יוד צריכים לעבור חמצון		-2	+7	$IO_{4(aq)}^-$	2
	אטומי חמצן צריכים לעבור חמצון		0		$O_{2(g)}$	
לא	אטומי יוד צריכים לעבור חיזור			0	$I_{2(aq)}$	3
	אטומי חמצן צריכים לעבור חיזור	+1	-2		$OH_{(aq)}^-$	
לא	אטומי יוד צריכים לעבור חיזור		-2	+1	$IO_{(aq)}^-$	4
	אטומי חמצן צריכים לעבור חיזור	+1	-2		$OH_{(aq)}^-$	

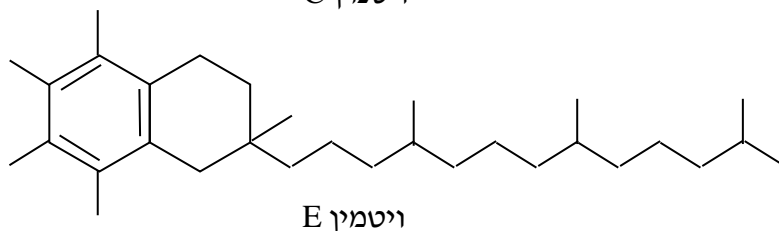
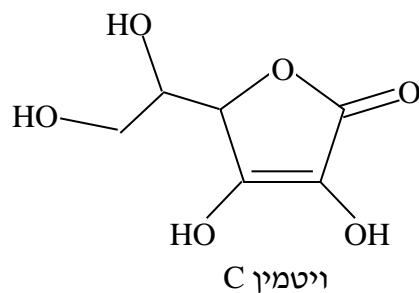
תשובה 1 נכונה, כי התגובה, שבה מהמגיבים הנתונים יתקבלו התוצרים הנתונים, יכולה להתרחש: במגיבים יש חלקיקים שיעברו חמצון ויש חלקיקים שיעברו חיזור. שאר המסיחים אינם נכונים, כי בתגובה לא יכולים להתקבל התוצרים הנתונים - אין אפשרות להתרחשות גם תהליך חמצון וגם תהליך חיזור.

## סעיף ה'

ויטמין C וויטמין E הם שני ויטמינים הפועלים גם כנוגדי חמצון (אנטיאוקסידנטים).

המסה המולרית של ויטמין C -  $176 \frac{\text{gr}}{\text{mol}}$       המסה המולרית של ויטמין E -  $430 \frac{\text{gr}}{\text{mol}}$

לפניך נוסחאות מבנה של שני הויטמינים:



מהו ההיגד הנכון?

1. ב-1 גרם ויטמין C יש פחות מולקולות מאשר ב-1 גרם ויטמין E.
2. שני הויטמינים שייכים לקבוצת הויטמינים המסיסים במים.
3. שני הויטמינים שייכים לקבוצת הויטמינים המסיסים בשמן.
4. בתגובה עם רדיקלים חופשיים שני הויטמינים עוברים חמצון.

### הנימוק:

שני הויטמינים הנתונים מגיבים כמחזרים טובים. רדיקלים חופשיים מגיבים כמחמצנים טובים. בתגובה בין רדיקלים חופשיים שהם מחמצנים חזקים לויטמינים, שני הויטמינים יגיבו כמחזרים ויעברו תהליך של חמצון. מסיח 1 שגוי. לוויטמין C מסה מולרית קטנה מזו של ויטמין E. לכן ב-1 גרם של ויטמין C יהיו יותר מולים ולכן גם יותר מולקולות מאשר ב-1 גרם של ויטמין E.

(ב-1 גרם של ויטמין C:  $\frac{1}{176} \text{ mol}$  ; ב-1 גרם של ויטמין E:  $\frac{1}{430} \text{ mol}$ ).

מסיחים 2 ו-3 שגויים. ויטמין C מסיס במים וויטמין E מסיס בשמן.

בין המולקולות של ויטמין C לבין מולקולות המים נוצרים קשרי מימן:

- בין אטומי מימן החשופים מאלקטרונים שבקבוצות OH- במולקולות ויטמין C לבין זוגות אלקטרונים לא קושרים על אטומי חמצן במולקולות המים,
- בין אטומי מימן החשופים מאלקטרונים שבמולקולות המים לבין זוגות אלקטרונים לא קושרים על אטומי חמצן במולקולות ויטמין C.

ויטמין E מסיס בשמן, כי נוצרות אינטראקציות ון-דר-ואלס בין מולקולות ויטמין E לבין מולקולות השמן. המולקולות של שני החומרים מורכבות מאטומי פחמן ומימן בלבד.



## סעיף ו'

תה מצמח לבנדר יכול לשמש אינדיקטור לחומצות ולבסיסים.

צבע התה הוא ורוד ב-  $\text{pH} < 7$ , סגול ב-  $\text{pH} = 7$ , וירוק ב-  $\text{pH} > 7$ .

הוסיפו תה לבנדר לארבע תמיסות מימיות שונות.

איזו מהשורות 1-4 בטבלה שלפניך מציגה נכון את הצבע של כל תמיסה לאחר הוספת התה?

$\text{CH}_3\text{NH}_2(\text{aq})$	$\text{CH}_3\text{OH}(\text{aq})$	$\text{KOH}(\text{aq})$	$\text{HBr}(\text{aq})$	
ירוק	ירוק	ורוד	סגול	1
ירוק	ירוק	ירוק	ורוד	2
<b>ירוק</b>	<b>סגול</b>	<b>ירוק</b>	<b>ורוד</b>	<b>3</b>
ורוד	סגול	סגול	ורוד	4

## הנימוק:

$\text{CH}_3\text{NH}_2(\text{g})$	$\text{CH}_3\text{OH}(\text{l})$	$\text{KOH}(\text{s})$	$\text{HBr}(\text{g})$	חומר מוצא
אמין, חומר מולקולרי. מתמוסס במים. מגיב עם מים כבסיס (במידה מועטה)	כוהל, חומר מולקולרי. מתמוסס במים, אך לא מגיב איתם	בסיס, חומר יוני. מתמוסס במים תוך התפרקות ליונים	חומצה, חומר מולקולרי. מגיב עם מים	תיאור של חומר מוצא
מים $\text{CH}_3\text{NH}_2(\text{g}) \rightarrow \text{CH}_3\text{NH}_2(\text{aq})$ מים $\text{CH}_3\text{NH}_2(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightarrow \text{CH}_3\text{NH}_3^+(\text{aq}) + \text{OH}^-(\text{aq})$	מים $\text{CH}_3\text{OH}(\text{l}) \rightarrow \text{CH}_3\text{OH}(\text{aq})$	$\text{KOH}(\text{s}) \rightarrow \text{K}^+(\text{aq}) + \text{OH}^-(\text{aq})$	$\text{HBr}(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightarrow \text{H}_3\text{O}^+(\text{aq}) + \text{Br}^-(\text{aq})$	תהליכים המתרחשים במהלך המסה במים
בסיסית	ניטרלית	בסיסית	חומצית	התמיסה שנוצרה בסיסית/ניטרלית/ת/ חומצית
$\text{pH} > 7$	$\text{pH} = 7$	$\text{pH} > 7$	$\text{pH} < 7$	תחום ה- $\text{pH}$ של התמיסה
<b>ירוק</b>	<b>סגול</b>	<b>ירוק</b>	<b>ורוד</b>	צבע התמיסה לאחר הוספת תה לבנדר

ערבבו 100 מ"ל תמיסת בריום הידרוקסיד,  $\text{Ba(OH)}_{2(\text{aq})}$ , בריכוז 0.01M עם 100 מ"ל תמיסה מימית של חומצה. התרחשה תגובה, ובסיומה נמצא כי ה-pH של התמיסה היה קטן מ-7.

מהי התמיסה המימית של החומצה?

1. תמיסת  $\text{HNO}_{3(\text{aq})}$  בריכוז 0.01M

2. תמיסת  $\text{HNO}_{3(\text{aq})}$  בריכוז 0.02M

3. תמיסת  $\text{H}_2\text{SO}_{4(\text{aq})}$  בריכוז 0.01M

**4. תמיסת  $\text{H}_2\text{SO}_{4(\text{aq})}$  בריכוז 0.02M**

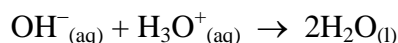
**הנימוק:**

קביעה של מספר המולים של יוני הידרוקסיד בתמיסת בריום הידרוקסיד הנתונה:

מספר המולים של יוני $\text{OH}^-_{(\text{aq})}$ ב-100 מ"ל תמיסה	ריכוז יוני $\text{OH}^-_{(\text{aq})}$ (M)	ריכוז התמיסה (M)	נפח התמיסה (מ"ל)	התמיסה
0.002	0.02	0.01	100	$\text{Ba(OH)}_{2(\text{aq})}$

כל התמיסות שבתשובות הן תמיסות חומציות. לאחר הוספה של תמיסה חומצית לתמיסת

$\text{Ba(OH)}_{2(\text{aq})}$  מתרחשת תגובת סתירה:



לסתירה מלאה של 0.002 מול יוני  $\text{OH}^-_{(\text{aq})}$  נדרשים 0.002 מול יוני  $\text{H}_3\text{O}^+_{(\text{aq})}$ .

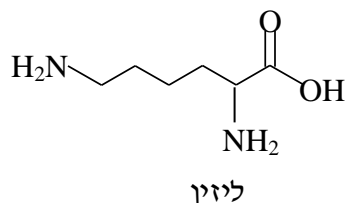
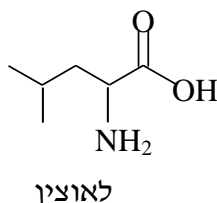
כדי שבסיומה של התגובה ה-pH של התמיסה יהיה קטן מ-7, מספר המולים של יוני  $\text{H}_3\text{O}^+_{(\text{aq})}$

צריך להיות גדול יותר ממספר המולים של יוני  $\text{OH}^-_{(\text{aq})}$ .

בסיום התגובה התקבלה תמיסה	מספר המולים של יוני $\text{H}_3\text{O}^+_{(\text{aq})}$ ב-100 מ"ל תמיסה	ריכוז יוני $\text{H}_3\text{O}^+_{(\text{aq})}$ (M)	ריכוז התמיסה (M)	נפח התמיסה (מ"ל)	התמיסה
בסיסית	0.001	0.01	0.01	100	$\text{HNO}_{3(\text{aq})}$
ניטרלית	0.002	0.02	0.02	100	$\text{HNO}_{3(\text{aq})}$
ניטרלית	0.002	0.02	0.01	100	$\text{H}_2\text{SO}_{4(\text{aq})}$
חומצית	0.004	0.04	0.02	100	$\text{H}_2\text{SO}_{4(\text{aq})}$

## סעיף ח'

לפניך נוסחאות מבנה של שתי חומצות אמיניות:



לפניך ארבעה היגדים IV-I.

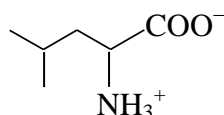
- I לכל אחת משתי החומצות האמיניות יש קבוצה צדדית, R, קוטבית.
  - II שתי החומצות האמיניות מוצקות בטמפרטורת החדר.
  - III בתמיסה מימית ב- pH=7 המטען החשמלי הכולל על כל אחת משתי החומצות האמיניות שווה לאפס.
  - IV בין שתי החומצות האמיניות יכולה להתרחש תגובת דחיסה.
- מהם ההיגדים הנכונים?

- 1. I ו-III בלבד
- 2. II ו-IV בלבד
- 3. I ו-IV בלבד
- 4. II ו-III בלבד

## הנימוק:

היגדים נכונים:

היגד II נכון: חומצות אמיניות בנויות מחלקיקים טעונים - דו-יונים. קבוצה קרבוקסילית -COOH מגיבה כחומצה וקבוצה אמינית -NH<sub>2</sub> מגיבה כבסיס. כתוצאה מכך נוצר דו-יון:



הקצה הקרבוקסילי טעון במטען שלילי, הקצה האמיני טעון במטען חיובי. בין הקצוות בעלי המטענים המנוגדים קיימת משיכה חשמלית חזקה - קשרים יוניים, לכן טמפרטורות ההיתוך של חומצות אמיניות גבוהות מטמפרטורת החדר, ובטמפרטורה זו הן נמצאות במצב מוצק.

היגד IV נכון: בין שתי חומצות אמיניות יכולה להתרחש תגובת דחיסה - בין הקצה הקרבוקסילי בחלקיק של חומצה אמינית אחת לקצה האמיני בחלקיק של חומצה אמינית שנייה.

היגדים לא נכונים:

היגד I אינו נכון: לחומצה האמינית ליזין קבוצה צדדית R קוטבית המכילה קבוצה אמינית. לחומצה האמינית לאוצין קבוצה צדדית לא קוטבית המכילה שיר פחמימני בלבד.

היגד III אינו נכון: בתמיסה מימית ב- pH=7 הקצה הקרבוקסילי בחלקיק של חומצה אמינית טעון במטען שלילי, והקצה האמיני טעון במטען חיובי. בתמיסה מימית של ליזין בכל חלקיק יש שתי קבוצות אמיניות וקבוצה קרבוקסילית אחת, ולכן המטען החשמלי הכולל על החומצה האמינית ליזין יהיה +1. בחומצה האמינית לאוצין בכל חלקיק יש קבוצה אחת אמינית וקבוצה אחת קרבוקסילית, ולכן המטען החשמלי הכולל על לאוצין שווה לאפס.

## שאלה 2

### ניתוח קטע ממאמר מדעי - חובה

#### סוכר וחיידקים מנקים את הסביבה

ניקוי יבש הוא תהליך של ניקוי בגדים באמצעות ממס שאינו מים. בעבר הרבו להשתמש בממס פרכלורואתן (PCE), שנוסחתו  $C_2Cl_4(l)$ . לאחרונה התברר כי ממס זה מזיק לבריאות. באזורים שבהם היו מפעלים לניקוי יבש, מי השפכים, שהכילו PCE בריכוז גבוה, גרמו לזיהום של הקרקע ושל מקורות מי השתייה.

בארץ, הריכוז המרבי המותר של PCE במי השתייה הוא 5 מולקולות PCE על כל  $10^9$  מולקולות מים. מי שתייה המכילים ריכוזים גבוהים יותר של PCE מסוכנים לבריאות.

לניקוי קרקע ולניקוי מקורות מים מעודפי ה-PCE משתמשים בשיטת טיפול חדשנית, המכונה ביורמדיציה. שיטה זו מנצלת חיידקים לטיפול בחומרים המזהמים את הסביבה. בשיטה זו מוסיפים מולסה לקרקע או למקורות המים. מולסה היא נוזל סמיך עשיר בגלוקוז,  $C_6H_{12}O_{6(aq)}$ , המתקבל בתהליך הייצור של סוכר מקנה סוכר. גלוקוז מאפשר תנאים מיטביים להתרבות חיידקים מסוימים המצויים בקרקע או במקורות מים. בעזרת הגלוקוז חיידקים אלה הופכים את מולקולות ה-PCE למולקולות אתן,  $C_2H_4$ , בתהליך חמצון-חיזור רב-שלבי. לפניך הניסוח הכולל של התהליך:



חוזרים על הטיפול פעמים אחדות, עד שריכוז ה-PCE מגיע לריכוז המותר. בשנים האחרונות השימוש בשיטה זו הולך ומתרחב.

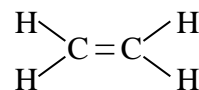
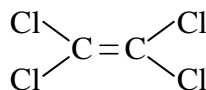
(מעובד על פי: (Argentine, C. "Microbes and Molasses A Successful Partnership" ChemMatters, April 2012

סעיף א'

תת-סעיף i

רשום נוסחאות מבנה למולקולות של PCE ושל אתן.

תשובה:



## תת-סעיף ii

הסבר מדוע בתנאי החדר PCE הוא נוזל ואילו אתן הוא גז.

**תשובה:**

ענן האלקטרוניים במולקולת PCE גדול בהרבה מענן האלקטרוניים במולקולת אתן.

(80 אלקטרוניים בכל מולקולה של PCE לעומת 16 אלקטרוניים בכל מולקולה של אתן.)

אנ: מולקולות PCE גדולות ממולקולות אתן (יש יותר סיכוי ליצירת דו-קטבים רגעים והמטענים החלקיים גדולים יותר).

אינטראקציות ון-דר-ואלס בין מולקולות PCE חזקות מאינטראקציות ון-דר-ואלס בין מולקולות אתן.

(לכן טמפרטורת הרתיחה של PCE גבוהה יותר מטמפרטורת החדר.)

לכן PCE הוא נוזל בתנאי החדר, ואילו אתן הוא גז.

## סעיף ב'

חשב את המספר המרבי המותר של מולקולות PCE בכוס שמכילה 180 גרם מים.

במול אחד של חלקיקים יש  $6.02 \cdot 10^{23}$  חלקיקים. פרט את חישוביך.

**תשובה:**

המסה המולרית של  $H_2O_{(l)}$  :

$$\frac{18 \text{ gr}}{\text{mol}}$$

מספר המולים של מים ב-180 גרם :

$$\frac{180 \text{ gr}}{18 \text{ gr/mol}} = 10 \text{ mol}$$

(ב-1 מול מים יש  $6.02 \cdot 10^{23}$  מולקולות מים.)

מספר מולקולות המים ב-10 מול מים :

$$10 \times 6.02 \cdot 10^{23} = 6.02 \cdot 10^{24} \text{ מולקולות}$$

המספר המרבי של מולקולות PCE המותר ב-10 מול מים :

$$\frac{5 \times 6.02 \cdot 10^{24}}{10^9} = 3.01 \cdot 10^{16} \text{ מולקולות}$$

## סעיף ג'

ציין שני תפקידים של גלוקוז בתהליך הניקוי המתואר בקטע.

**תשובה:**

- מאפשר את התרבות החיידקים (משמש קרקע-מזון להתרבות החיידקים).
- משתתף בתגובה שבה PCE הופך לאתן.

## סעיף ד'

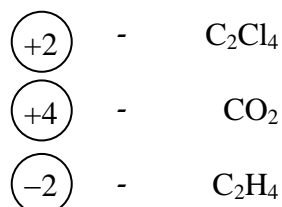
### תת-סעיף i

קבע את דרגת החמצון של אטומי הפחמן בכל אחת מן המולקולות :



**תשובה:**

דרגת החמצון של אטומי C ב-:



## תת-סעיף ii

קבע אם בתגובה הרשומה בקטע  $C_2H_4(g)$  הוא תוצר חמצון או תוצר חיזור של  $C_2Cl_4(aq)$ . נמק.

**תשובה:**

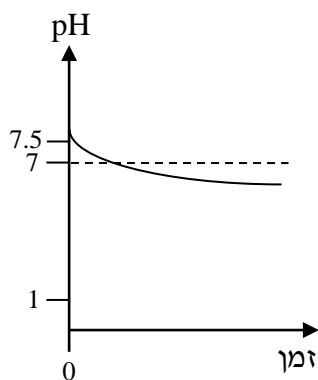
$C_2H_4(g)$  הוא תוצר חיזור של  $C_2Cl_4(aq)$ .

במהלך התגובה דרגת החמצון של אטומי הפחמן ירדה מ- (+2) ל- (-2), כלומר אטומי C ב-  $C_2Cl_4(aq)$  עברו חיזור (קיבלו אלקטרונים).

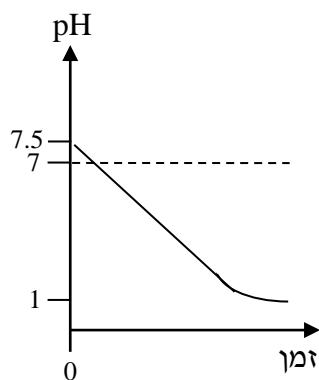
## סעיף ה'

### תת-סעיף i

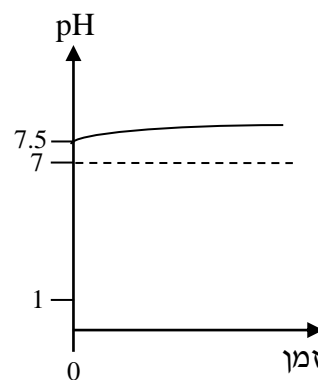
עקבו אחרי התקדמות הניקוי של מקור מי שתייה באמצעות מדידת ה-pH. איזה מהגרפים III-I שלפניך מתאר נכון את שינוי ה-pH של המים עם הזמן? נמק.



I



II



III

**תשובה:**

גרף I.

בתגובה הנתונה נוצרים יוני  $H_3O^+(aq)$ , ולכן ה-pH של מי השתייה יורד.

ה-pH של מי השתייה צריך להיות קרוב ל-7 (אין): ה-pH של מי השתייה לא יכול להיות נמוך מאוד, ולכן גרף II אינו מתאים).

## תת-סעיף ii

לקרקעות שבהן מבצעים את הטיפול המתואר בקטע ממליצים להוסיף גיר,  $CaCO_3(s)$ . הסבר מדוע.

**תשובה:**

הגיר,  $CaCO_3(s)$ , מגיב עם יוני  $H_3O^+(aq)$ . הוספת הגיר מונעת עלייה בחומציות הקרקע (אין): מונעת ירידה ב-pH של הקרקע).

### שאלה 3

#### מבנה האטום, קישור ותכונות של חומרים

בטבלה שלפניך מוצגים נתונים על חמישה אטומים שסומנו שרירותית באותיות a, b, c, f, g.

האטום	a	b	c	f	g
מספר מסה	14	14	15	17	18
מספר נויטרונים	7	8	8	9	9

#### סעיף א'

##### תת-סעיף i

קבע לאיזה מן האטומים שבטבלה המטען הגרעיני הקטן ביותר. נמק.

#### תשובה:

לאטום b.

המטען הגרעיני נקבע על פי מספר הפרוטונים בגרעין. לאטום b יש 6 פרוטונים בגרעין ( $14 - 8 = 6$ ).  
(מספר הפרוטונים בשאר האטומים גדול יותר.)

##### תת-סעיף ii

קבע אילו מן האטומים שבטבלה הם איזוטופים של חנקן, N. נמק.

#### תשובה:

a ו-c.

(מספר האטומי של חנקן הוא 7.)

לכל אחד מאטומי a ו-c יש 7 פרוטונים בגרעין, אך מספר הנויטרונים שונה (יש להם אותו מספר אטומי, אך מספר המסה שונה).

##### תת-סעיף iii

רשום היערכות האלקטרונים ברמות אנרגיה באטומים c, f, g.

#### תשובה:

c (N): 2, 5

f (O): 2, 6

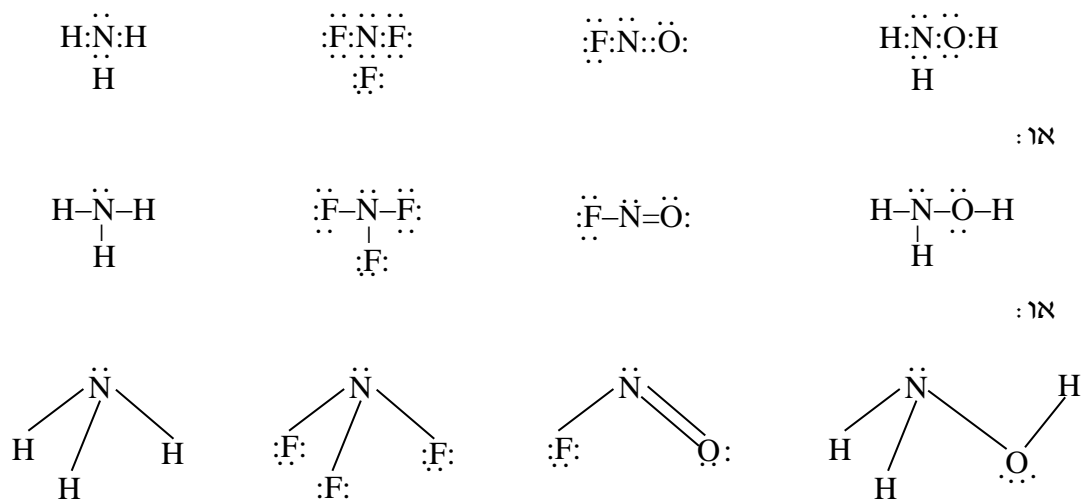
g (F): 2, 7

## סעיף ב'

### תת-סעיף i

רשום נוסחת ייצוג אלקטרונית לכל אחת מן המולקולות הנתונות.

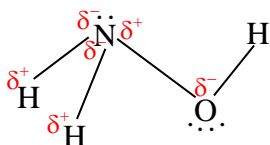
תשובה:



### תת-סעיף ii

ציין אם המטען החלקי על אטום החנקן בכל אחת מן המולקולות הוא מטען חלקי חיובי או מטען חלקי שלילי.

תשובה:



- על אטום N ב- FNO וב-  $\text{NF}_3$  יש מטען חלקי חיובי.

- על אטום N ב-  $\text{NH}_3$  וב-  $\text{NH}_2\text{OH}$  יש מטען חלקי שלילי.

עבור  $\text{NH}_2\text{OH}$  התקבלה גם תשובה ללא סיכום של מטענים חלקיים

## סעיף ג'

### תת-סעיף i

במולקולה  $\text{HONH}_2$  הקשר O-H קצר מהקשר N-H.

ציין גורם אחד לכך, והסבר את השפעתו על אורך הקשר.

תשובה:

הגורם: קוטביות הקשר (אן: הפרש באלקטרושליליות).

הקשר O-H קוטבי יותר לעומת הקשר N-H (האלקטרושליליות של אטום החמצן גדולה מהאלקטרושליליות של אטום החנקן).

ככל שהקשר קוטבי יותר (המטענים החלקיים על אטומי הקשר גדולים יותר) כוחות המשיכה בין המטענים החלקיים חזקים יותר והקשר קצר יותר.

או:

הגורם: הרדיוס האטומי.

הרדיוס של אטום החמצן קטן מהרדיוס של אטום החנקן (כי המטען הגרעיני של אטום החמצן גדול מהמטען הגרעיני של אטום החנקן). ככל שהרדיוס האטומי קטן יותר, כוחות המשיכה בין אלקטרוני הקשר לשני הגרעינים חזקים יותר והקשר קצר יותר.



\* על פי מסמך הלימה בין תכנית הלימודים למסגרת שעות הלימוד בכימיה לשנת תשע"ד, התלמיד יידרש לציין את הגורמים המשפיעים על אורך קשר ולא יידרש לנמק בצורה מפורטת.

## תת-סעיף ii

איזה קשר קצר יותר: N–O או N=O? נמק.

### תשובה:

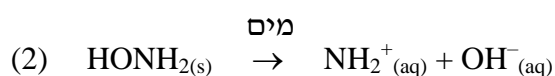
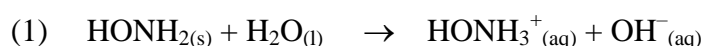
הקשר N=O.

בקשר N–O פועלים כוחות משיכה בין זוג של אלקטרונים קושרים לבין שני הגרעינים (קשר קוולנטי יחיד).  
בקשר N=O פועלים כוחות משיכה בין שני זוגות של אלקטרונים קושרים לבין שני הגרעינים (קשר קוולנטי כפול).  
כוחות המשיכה בקשר הכפול חזקים מכוחות המשיכה בקשר היחיד, ולכן הקשר קצר יותר.

## סעיף ד'

### תת-סעיף i

מכניסים את החומר הידרוקסיל אמיני,  $\text{HONH}_2(\text{s})$ , למים. לתמיסה המתקבלת יש  $\text{pH} > 7$ .  
קבע איזה משני הניסוחים (1)-(2) שלפניך מציג נכון את התגובה שהתרחשה.  
הסבר מדוע פסלת את הניסוח האחר.



### תשובה:

ניסוח (1).

ניסוח (2) מתאים לתהליך המסה במים של חומר יוני, ואילו  $\text{NH}_2\text{OH}(\text{s})$  הוא חומר שבנוי ממולקולות.

## תת-סעיף ii

טמפרטורת הרתיחה של אמוניה,  $\text{NH}_3(\text{l})$ , גבוהה מטמפרטורת הרתיחה של חנקן תלת-פלוואורי,  $\text{NF}_3(\text{l})$ .  
הסבר מדוע.

### תשובה:

ב-  $\text{NH}_3(\text{l})$  יש קשרי מימן בין המולקולות.

ב-  $\text{NF}_3(\text{l})$  בין המולקולות פועלות אינטראקציות ון-דר-ואלס בלבד.

קשרי המימן בין מולקולות  $\text{NH}_3(\text{l})$  חזקים מאינטראקציות ון-דר-ואלס בין מולקולות  $\text{NF}_3(\text{l})$ .

(נדרשת אנרגיה רבה יותר לניתוק הקשרים הבין מולקולריים). לכן טמפרטורת הרתיחה של  $\text{NH}_3(\text{l})$  גבוהה מטמפרטורת הרתיחה של  $\text{NF}_3(\text{l})$ .

## שאלה 4

### תכונות של חומרים וסטויכיומטריה

ליניט היא סגסוגת של אלומיניום,  $Al_{(s)}$ , ונחושת,  $Cu_{(s)}$ .  
על סגסוגת זו נוצרת שכבה של אלומיניום חמצני,  $Al_2O_{3(s)}$ , המגדילה את עמידות הסגסוגת בפני קורוזיה.

#### סעיף א'

במה שונה המבנה של  $Al_2O_{3(s)}$  מהמבנה של סגסוגת ליניט? בתשובתך התייחס לסוג החלקיקים ולכוחות הפועלים ביניהם.

#### תשובה:

$Al_2O_{3(s)}$  מורכב מיוני  $Al^{3+}$  ויוני  $O^{2-}$ , שביניהם פועלים כוחות משיכה חשמליים (אן: קשר יוני).  
הסגסוגת ליניט מורכבת מיוני  $Al^{3+}$ , יוני  $Cu^{2+}$  ו-י"ם של אלקטרונים". בין היונים החיוביים ובין האלקטרונים שב"ם האלקטרונים יש משיכה חשמלית (אן: קשר מתכתי).

#### סעיף ב'

#### תת-סעיף i

קבע עבור כל אחת מן התגובות (1) ו-(2) מהו סוג התגובה - חמצון-חיזור או חומצה-בסיס. נמק.

#### תשובה:

תגובה (1) היא תגובת חומצה-בסיס.

במהלך התגובה עוברים פרוטונים (יוני  $H^+$ ) מיוני  $H_3O^+_{(aq)}$  שבתמיסה ליוני  $O^{2-}$  ב-  $Al_2O_{3(s)}$ .  
(לא חלים שינויים בדרגות החמצון של אטומים במהלך התגובה, לכן התגובה היא לא תגובת חמצון-חיזור).  
תגובה (2) היא תגובת חמצון-חיזור.

במהלך התגובה עוברים אלקטרונים מאטומי Al לאטומי H שביוני  $H_3O^+_{(aq)}$ .  
(אן: חלים שינויים בדרגות החמצון של אטומי Al ושל אטומי H).  
(לא עוברים פרוטונים במהלך התגובה, לכן התגובה היא לא תגובת חומצה-בסיס).

#### תת-סעיף ii

מהו התפקיד של יוני הידרוניום,  $H_3O^+_{(aq)}$ , בכל אחת מן התגובות (1) ו-(2)? נמק.

#### תשובה:

בתגובה (1) יוני  $H_3O^+_{(aq)}$  מגיבים כחומצה, מכיוון שהם מוסרים פרוטונים ( $H^+$ ) ליוני  $O^{2-}$  ב-  $Al_2O_{3(s)}$ .  
בתגובה (2) יוני  $H_3O^+_{(aq)}$  מגיבים כחמצן. אטומי מימן שביוני  $H_3O^+_{(aq)}$  מקבלים אלקטרונים מאטומי אלומיניום ונוצרות מולקולות של יסוד מימן.

(אן: דרגת החמצון של אטומי H ביוני  $H_3O^+_{(aq)}$  יורדת מ- (+1) ל- (0).

## סעיף ג'

נמצא כי בתגובה של 6 גרם סגסוגת ליניט עם תמיסת  $\text{HCl}_{(aq)}$  בכמות מספקת נפלטו 7.875 ליטר  $\text{H}_2(g)$ , ונותרו 0.3 גרם מוצק שלא הגיב.

הנפח של 1 מול גז בתנאי התגובה הוא 25 ליטר.

## תת-סעיף i

כמה מולים של גז נפלטו? פרט את חישוביך.

**תשובה**

$$\frac{7.875 \text{ liter}}{25 \frac{\text{liter}}{\text{mol}}} = 0.315 \text{ mol} \quad \text{מספר המולים של גז שנפלטו בתגובה:}$$

## תת-סעיף ii

כמה מולים של  $\text{Al}_{(s)}$  הגיבו? נמק.

**התשובה:**

על פי יחס המולים בניסוח התגובה, מ-2 מול של  $\text{Al}_{(s)}$  מתקבלים 3 מול  $\text{H}_2(g)$ .

$$\frac{0.315 \times 2}{3} = 0.21 \text{ mol} \quad \text{מספר המולים של } \text{Al}_{(s)} \text{ שהגיבו:}$$

## תת-סעיף iii

חשב את אחוז ה- $\text{Al}_{(s)}$  בדגימה. פרט את חישוביך.

**תשובה:**

$$27 \frac{\text{gr}}{\text{mol}} \times 0.21 \text{ mol} = 5.67 \text{ gr} \quad \text{המסה של } \text{Al}_{(s)} \text{ שהתקבלה:}$$

$$\frac{5.67 \text{ gr}}{6 \text{ gr}} \times 100\% = 94.5\% \quad \text{אחוז } \text{Al}_{(s)} \text{ בדגימה:}$$

## תת-סעיף iv

חשב את המסה של  $\text{Al}_2\text{O}_3(s)$  בדגימה. פרט את חישוביך.

**תשובה:**

ב-6 גרם סגסוגת יש 5.67 גרם  $\text{Al}_{(s)}$ , 0.3 גרם  $\text{Cu}_{(s)}$ .

$$6 \text{ gr} - (5.67 \text{ gr} + 0.3 \text{ gr}) = 0.03 \text{ gr} \quad \text{המסה של } \text{Al}_2\text{O}_3(s) \text{ בדגימה:}$$

## סעיף ד'

איזה חומר מוליך חשמל טוב יותר,  $Al_{(s)}$  או  $Al_2O_{3(s)}$ ? נמק.

## תשובה:

$Al_{(s)}$ .

$Al_{(s)}$  הוא מתכת ואילו  $Al_2O_{3(s)}$  הוא תרכובת יונית.

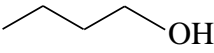
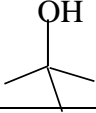
ב-  $Al_{(s)}$  יש "ים אלקטרונים" ניידים (אנ: אלקטרונים בלתי מאותרים).

יוני  $Al^{3+}$  ויוני  $O^{2-}$  שבסריג של  $Al_2O_{3(s)}$  אינם ניידים, ולכן  $Al_2O_{3(s)}$  אינו מוליך זרם חשמלי.

## שאלה 5

### מבנה וקישור, חמצון-חיזור

בטבלה שלפניך מוצג מידע על טמפרטורות הרתיחה של שלושה חומרים, A, B, C, שנוסחתם המולקולרית היא  $C_4H_{10}O$

החומר	ייצוג מקוצר של נוסחת מבנה	טמפרטורת רתיחה ( $^{\circ}C$ )
A		118
B		83
C	?	נמוכה מ-40

#### סעיף א'

#### תת-סעיף i

הסבר מדוע טמפרטורת הרתיחה של החומר A גבוהה מטמפרטורת הרתיחה של החומר B.

#### תשובה:

- בין המולקולות של A ו-B יש קשרי מימן ואינטראקציות ון-דר-ואלס.  
(בכל מולקולה של A ו-B יש קבוצת OH- אחת, ולכן למולקולות של שני החומרים יש אותן אפשרויות ליצירת קשרי מימן.)
- ענן האלקטרוניים במולקולה של חומר A שווה בגודלו לענן האלקטרוניים במולקולה של חומר B.
- (השרשרת הפחמימנית במולקולה של חומר A ארוכה (פרושה), ואילו השרשרת הפחמימנית במולקולה של חומר B מסועפת). שטח המגע בין המולקולות של חומר A גדול יותר, אינטראקציות ון-דר-ואלס חזקות יותר (נדרשת אנרגיה רבה יותר לניתוק הקשרים הבין מולקולריים), ולכן טמפרטורת הרתיחה של חומר A גבוהה מטמפרטורת הרתיחה של חומר B.

#### תת-סעיף ii

הסבר מדוע המסיסות של החומר A במים נמוכה.

#### תשובה:

- למולקולות של חומר A שייר פחמימני (אָן: חלק הידרופובי) ארוך יחסית (יכול ליצור אינטראקציות ון-דר-ואלס בלבד) שאינו יכול ליצור קשרי מימן עם מולקולות המים (אָן: שמפריע להשתלבות המולקולות של חומר A בין מולקולות המים). כתוצאה מכך המסיסות של חומר A במים היא נמוכה.

### תת-סעיף iii

הכניסו למבחנה מים וחומר A, וערבבו.  
תאר ברמה המאקרוסקופית את התערובת שהתקבלה.

#### תשובה:

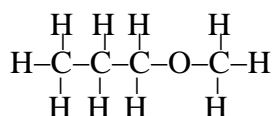
במבחנה יתקבלו שתי שכבות של נוזל (אן : במבחנה התקבל נוזל עכור).  
(בשכבה התחתונה יהיה החומר שלו צפיפות גבוהה יותר.)

### סעיף ב'

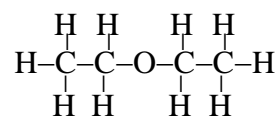
#### תת-סעיף i

הצע נוסחת מבנה למולקולות של החומר C.

#### תשובה:



או :



או :



או :

#### תת-סעיף ii

הסבר מדוע טמפרטורת הרתיחה של החומר C נמוכה מטמפרטורת הרתיחה של החומר B.

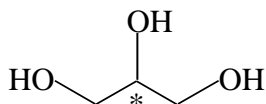
#### תשובה:

(בכל מולקולה של חומר C יש אטום חמצן שמצנן שעליו זוגות אלקטרוניים בלתי קושרים, אך אין אטום מימן חשוף מאלקטרוניים.)

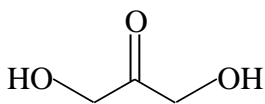
בין המולקולות של חומר C יש אינטראקציות ון-דר-ואלס בלבד, והן חלשות מקשרי מימן ואינטראקציות ון-דר-ואלס שבין המולקולות של חומר B (נדרשת פחות אנרגיה לניתוק הקשרים שבין המולקולות של חומר C).

לכן טמפרטורת הרתיחה של חומר C נמוכה מטמפרטורת הרתיחה של חומר B.

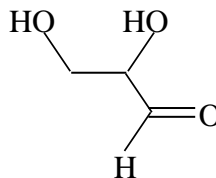
לפניך ייצוג מקוצר לנוסחאות המבנה של מולקולות החומרים IV-I.



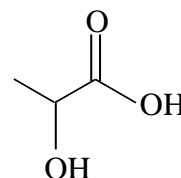
I



II



III



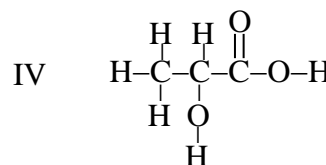
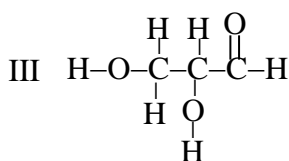
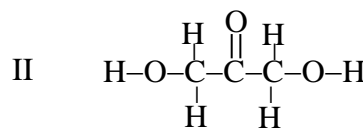
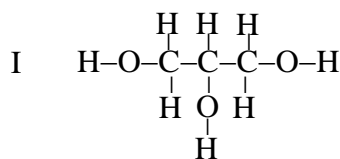
IV

**סעיף ג'**

**תת-סעיף i**

רשום ייצוג מלא לנוסחאות המבנה של מולקולות החומרים IV-I.

**תשובה:**



**תת-סעיף ii**

אילו מן החומרים IV-I הם איזומרים?

**תשובה:**

החומרים II, III ו-IV (אותה נוסחה מולקולרית:  $C_3H_6O_3$ ).

**סעיף ד'**

קבע את דרגת החמצון של אטום הפחמן המסומן ב-\* במולקולות של חומר I. נמק.

**תשובה:**

דרגת החמצון של אטום הפחמן המסומן ב-\* במולקולה של חומר I היא אפס.

במולקולה של חומר I אטום C המסומן ב-\* קשור לשני אטומי C, לאטום H ולאטום O.

קשרי C-C אינם קוטביים והמטען היחסי על האטום המסומן הוא אפס.

הקשר C-O הוא קשר קוטבי (אטום החמצן מושך את אלקטרוני הקשר חזק יותר), והמטען היחסי אטום הפחמן המסומן

הוא +1.

הקשר C-H הוא קשר קוטבי (אטום הפחמן מושך את אלקטרוני הקשר חזק יותר), והמטען היחסי על אטום הפחמן

המסומן הוא -1.

בסך הכול, המטען היחסי על אטום הפחמן המסומן הוא:  $0 + (+1) + (-1) = 0$

## שאלה 6

### מצב גז וסטויכיומטריה

השאלה עוסקת בגז מימן גפרי,  $\text{H}_2\text{S}_{(g)}$ .

#### סעיף א'

מאחסנים את הגז בכלי סגור.  
ציין שני מאפיינים מיקרוסקופיים של גז הנמצא בכלי סגור.

#### תשובה:

שניים מבין המאפיינים:

- המולקולות נעות בכול הכיוונים (תנועה אקראית).
- המולקולות מבצעות שלושה סוגי תנועה: מעתק, סיבוב ותנודה.
- המולקולות מתנגשות אחת בשנייה ובדפנות הכלי.
- המרחקים בין המולקולות גדולים מאוד (ביחס לגודל המולקולות).
- אין אינטראקציות בין המולקולות (הן זניחות).

#### סעיף ב'

בכלי סגור A יש 6.8 גרם  $\text{H}_2\text{S}_{(g)}$ .  
בכלי סגור B יש 12.8 גרם  $\text{SO}_2_{(g)}$ .  
לחץ הגז בכלי A קטן מלחץ הגז בכלי B. שני הכלים נמצאים באותה טמפרטורה.  
קבע עבור כל אחד מההיגדים i ו-ii שלפניך אם הוא נכון או לא נכון. נמק כל קביעה.

#### תת-סעיף i

המספר הכולל של האטומים בכלי A שווה למספר הכולל של האטומים בכלי B.

#### תשובה:

המסה המולרית של  $\text{H}_2\text{S}_{(g)}$ :  $\frac{34\text{gr}}{\text{mol}}$

מספר המולים של  $\text{H}_2\text{S}_{(g)}$  בכלי A:  $\frac{6.8\text{ gr}}{34\frac{\text{gr}}{\text{mol}}} = 0.2\text{ mol}$

המסה המולרית של  $\text{SO}_2_{(g)}$ :  $\frac{64\text{gr}}{\text{mol}}$

מספר המולים של  $\text{SO}_2_{(g)}$  בכלי B:  $\frac{12.8\text{ gr}}{64\frac{\text{gr}}{\text{mol}}} = 0.2\text{ mol}$

בשני הכלים יש אותו מספר מולים של גז, ולכן יש אותו מספר של מולקולות.  
במולקולה של כל אחד מהגזים יש 3 אטומים.  
בכל אחד משני הכלים יש אותו מספר של אטומים.



## תת-סעיף ii

הנפח של כלי A קטן מן הנפח של כלי B.

### תשובה:

לא נכון.

(שני הכלים נמצאים באותה טמפרטורה ומכילים אותו מספר מולים של גז.)

(לחץ הגז בכלי A קטן מלחץ הגז בכלי B.) מספר ההתנגשויות של מולקולות הגז בדפנות של כלי A קטן יותר. לפיכך הנפח

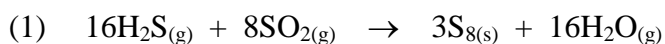
של כלי A צריך להיות גדול מהנפח של כלי B.

או:

בטמפרטורה קבועה קיים יחס הפוך בין לחץ הגז לנפח של גז, לכן הנפח של כלי A גדול מהנפח של כלי B.

## סעיף ג'

הגזים  $\text{H}_2\text{S}_{(g)}$  ו- $\text{SO}_2_{(g)}$  נפלטים בהתפרצות של הרי געש, ומגיבים ביניהם על פי תגובה (1). בתגובה זו נוצרת גפרית,  $\text{S}_{8(s)}$ , מוצק צהוב המתפזר באזורים סביב הלוע של הר הגעש.



ביצעו את תגובה (1) במעבדה, והתקבלו 64 גרם  $\text{S}_{8(s)}$ .

בתנאי התגובה הנפח של 1 מול גז הוא 60 ליטר.

## תת-סעיף i

חשב את הנפח של  $\text{H}_2\text{S}_{(g)}$  שהגיב עם כמות מספקת של  $\text{SO}_2_{(g)}$ . פרט את חישוביך.

### תשובה:

$$\frac{256 \text{ gr}}{\text{mol}}$$

המסה המולרית של  $\text{S}_{8(s)}$ :

$$\frac{64 \text{ gr}}{256 \text{ gr/mol}} = 0.25 \text{ mol}$$

מספר המולים של  $\text{S}_{8(s)}$  שהתקבלו:

על פי יחס המולים בניסוח התגובה, מ-16 מול  $\text{H}_2\text{S}_{(g)}$  התקבלו 3 מול  $\text{S}_{8(s)}$ .

$$\frac{0.25 \times 16}{3} = 1.33 \text{ mol}$$

מספר המולים של  $\text{H}_2\text{S}_{(g)}$  שהגיבו:

$$1.33 \text{ mol} \times 60 \frac{\text{liter}}{\text{mol}} = 79.8 \text{ liter}$$

המסה של  $\text{H}_2\text{S}_{(g)}$  שהגיב:

או טבלה מסכמת לתת-סעיף ג' i:

$16\text{H}_2\text{S}_{(g)} + 8\text{SO}_2_{(g)} \rightarrow 3\text{S}_{8(s)} + 16\text{H}_2\text{O}_{(g)}$				
		256		מסה מולרית (גרם למול)
16	8	3	16	יחס המולים בניסוח תגובה
1.33		0.25		מספר מולים נתון/נדרש בניסוי ספציפי
		64		מסה נתונה/נדרשת בניסוי ספציפי (גרם)
60				נפח מולרי של גז בתנאי הניסוי (ליטר למול)
79.8		25		נפח הגז בניסוי ספציפי (וליוור)

## תת-סעיף ii

מהו הנפח של  $\text{SO}_2(\text{g})$  שהגיב? נמק.

### תשובה:

הנפח של  $\text{SO}_2(\text{g})$  שהגיב היה 39.9 ליטר.

על פי השערת אבוגדרו, עבור גזים הנמצאים באותם תנאים של טמפרטורה ולחץ, היחס בין מספר המולים לפי ניסוח התגובה שווה ליחס שבין הנפחים.

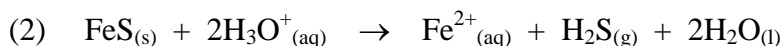
על פי יחס המולים בניסוח התגובה, 2 מול  $\text{H}_2\text{S}(\text{g})$  מגיבים עם 1 מול  $\text{SO}_2(\text{g})$ .

מספר המולים של  $\text{SO}_2(\text{g})$  שהגיבו הוא 0.665 מול.

$$\text{הנפח של } \text{SO}_2(\text{g}) \text{ שהגיב: } 0.665 \text{ mol} \times 60 \frac{\text{liter}}{\text{mol}} = 39.9 \text{ liter}$$

## סעיף ד'

במעבדה מפיקים  $\text{H}_2\text{S}(\text{g})$  בתגובה בין ברזל גפרי,  $\text{FeS}(\text{s})$ , ובין תמיסה מימית של חומצת מימן כלורי,  $\text{HCl}(\text{aq})$ , על פי תגובה (2):



חשב את הנפח של תמיסת  $\text{HCl}(\text{aq})$  בריכוז 0.2M הדרוש לקבלת 4.25 ליטר של  $\text{H}_2\text{S}(\text{g})$ .

בתנאי התגובה הנפח של 1 מול גז הוא 25 ליטר. פרט את חישוביך.

### תשובה:

$$\frac{4.25 \text{ liter}}{25 \frac{\text{liter}}{\text{mol}}} = 0.17 \text{ mol} \quad \text{מספר המולים של } \text{H}_2\text{S}(\text{g}) \text{ שהתקבלו:}$$

על פי יחס המולים בניסוח התגובה מ-2 מול יוני  $\text{H}_3\text{O}^+(\text{aq})$  מתקבל 1 מול  $\text{H}_2\text{S}(\text{g})$ .

$$0.17 \text{ mol} \times 2 = 0.34 \text{ mol} \quad \text{מספר המולים של יוני } \text{H}_3\text{O}^+(\text{aq}) \text{ שהגיבו:}$$

(יחס המולים בין יוני  $\text{H}_3\text{O}^+(\text{aq})$  ל- $\text{HCl}(\text{g})$  הוא 1:1)

הנפח של תמיסת  $\text{HCl}(\text{aq})$  הדרוש לתגובה:

$$\frac{0.34 \text{ mol}}{0.2 \frac{\text{mol}}{\text{liter}}} = 1.7 \text{ liter}$$

או טבלה מסכמת לסעיף ד':

$\text{FeS}(\text{s}) + 2\text{H}_3\text{O}^+(\text{aq}) \rightarrow \text{Fe}^{2+}(\text{aq}) + \text{H}_2\text{S}(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{l})$					
1	2	1	1	2	יחס המולים בניסוח תגובה
			4.25		נפח הגז נתון/נדרש בניסוי ספציפי (ליטר)
			25		נפח מולרי של גז בתנאי הניסוי (ליטר למול)
	0.34		0.17		מספר מולים נתון/נדרש בניסוי ספציפי
	0.2				ריכוז מולרי של מומס בתמיסה (M)
	1.7				נפח התמיסה (ליטר)
			26		

## סעיף ה'

$\text{H}_2\text{S}_{(g)}$  הוא גז רעיל.

הריכוז המרבי המותר של  $\text{H}_2\text{S}_{(g)}$  באוויר הוא  $1.47 \cdot 10^{-5}$  מול  $\text{H}_2\text{S}_{(g)}$  ב-1 ליטר אוויר.

מפיקים כמות מסוימת של  $\text{H}_2\text{S}_{(g)}$  בחדר מעבדה שנפחו 120,000 ליטר, ומשתמשים מיד בגז.

חשב את המסה של  $\text{H}_2\text{S}_{(g)}$  שמותר להפיק בחדר זה כך שאם ידלוף הגז ויתפשט בחדר, ריכוזו באוויר יהיה שווה לריכוז המרבי המותר. פרט את חישוביך.

### תשובה:

מספר המולים המרבי של  $\text{H}_2\text{S}_{(g)}$  שמותר להפיק:  $1.47 \cdot 10^{-5} \frac{\text{mol}}{\text{liter}} \times 120000 \text{ liter} = 1.764 \text{ mol}$

המסה המולרית של  $\text{H}_2\text{S}_{(g)}$ :  $34 \frac{\text{gr}}{\text{mol}}$

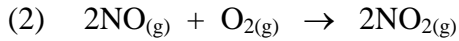
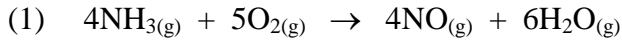
המסה של  $\text{H}_2\text{S}_{(g)}$ :  $1.764 \text{ mol} \times 34 \frac{\text{gr}}{\text{mol}} = 59.98 \text{ gr}$

## שאלה 7

### חמצון-חיזור וחומצות ובסיסים

חומצה חנקתית,  $\text{HNO}_3(\text{l})$ , משמשת בין היתר לייצור דשנים וחומרי נפץ.

בתעשייה בכימית מפיקים  $\text{HNO}_3(\text{l})$  מאמוניה,  $\text{NH}_3(\text{g})$ . בתהליך הייצור של  $\text{HNO}_3(\text{l})$  יש שלושה שלבים. בכל שלב מתרחשת אחת מן התגובות (1)-(3).



#### סעיף א'

#### תת-סעיף i

העתק את הטבלה שלפניך למחברת הבחינה.

(-3)	(+2)	(+4)	(+5)	דרגת החמצון של אטומי N
				תרכובת החנקן

קבע את דרגת החמצון של אטומי N בכל אחת מתרכובות החנקן שבתגובות (1)-(3), והשלם את הטבלה בהתאם.

#### תשובה:

(-3)	(+2)	(+4)	(+5)	דרגת החמצון של אטומי N
$\text{NH}_3$	$\text{NO}$	$\text{NO}_2$	$\text{HNO}_3$	תרכובת החנקן

#### תת-סעיף ii

מבין תרכובות החנקן המופיעות בתגובות (1), (2), (3), ציין את התרכובות שיכולות להגיב כמחמצן. נמק.

#### תשובה:

$\text{HNO}_3(\text{l})$ ,  $\text{NO}_2(\text{g})$ ,  $\text{NO}(\text{g})$ .

דרגת החמצון של אטומי N בכל אחת משלוש התרכובות יכולה לרדת, כי היא גדולה מדרגת החמצון המזערית של אטומי N שהיא (-3) (אז: אטומי N יכולים לקבל אלקטרונים).

## סעיף ב'

קבע עבור כל אחד מן ההיגדים i, ii, iii שלפניך אם הוא נכון או לא נכון. נמק כל קביעה.

### תת-סעיף i

בתגובה (1) הגז  $\text{NH}_3(\text{g})$  פועל כמחזור.

**תשובה:**

נכון.

דרגת החמצון של אטומי חנקן ב-  $\text{NH}_3(\text{g})$  היא  $(-3)$ . בתגובה (1) דרגת החמצון של אטומים אלה עולה ל-  $(+2)$  (א): אטומי חנקן אבדו אלקטרונים).

### תת-סעיף ii

בתגובה (2) עוברים 2 מול אלקטרונים.

**תשובה:**

לא נכון.

בתגובה (2) דרגת החמצון של אטומי החנקן משתנה מ-  $(+2)$  ל-  $(+4)$ . (בתגובה של 1 מול  $\text{NO}(\text{g})$  עוברים 2 מול אלקטרונים). לפי ניסוח התגובה מגיבים 2 מול  $\text{NO}(\text{g})$ , ולכן בתגובה זו עוברים בסך הכול 4 מול אלקטרונים.

### תת-סעיף iii

בתגובה (3) החומצה  $\text{HNO}_3(\text{l})$  פועלת כמחמצן.

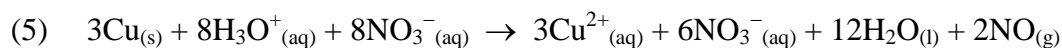
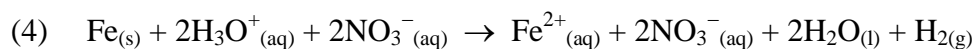
**תשובה**

לא נכון.

בתגובה (3) החומצה החנקתית היא תוצר (ולא מגיב), ולכן אינה פועלת לא כמחמצן ולא כמחזור. (בתגובות שבהן היא מגיבה, החומצה החנקתית יכולה להגיב רק כמחמצן).

## סעיף ג'

תמיסת  $\text{HNO}_3(\text{aq})$  מגיבה עם ברזל,  $\text{Fe}(\text{s})$ , ועם נחושת,  $\text{Cu}(\text{s})$ , על פי תגובות (4)-(5).



### תת-סעיף i

קבע מהו המחזור ומהו המחמצן בכל אחת מן התגובות (4) ו-(5). נמק.

## תשובה:

בתגובה (4):

יוני  $\text{H}_3\text{O}^+(\text{aq})$  הם המחמצן, כי במהלך התגובה דרגת החמצון של אטומי מימן יורדת  
(אנ): משתנה מ- (+1) ל- (0).

$\text{Fe}(\text{s})$  הוא המחזור, כי במהלך התגובה דרגת החמצון של אטומי ברזל עולה  
(אנ): משתנה מ- (0) ל- (+2).

בתגובה (5):

יוני  $\text{NO}_3^-(\text{aq})$  הם המחמצן, כי במהלך התגובה דרגת החמצון של אטומי חנקן יורדת  
(אנ): משתנה מ- (+5) ל- (+2).

$\text{Cu}(\text{s})$  הוא המחזור, כי במהלך התגובה דרגת החמצון של אטומי נחושת עולה  
(אנ): משתנה מ- (0) ל- (+2).

## תת-סעיף ii

קבע אם במהלך כל אחת מן התגובות (4) ו-(5) ה-pH של התמיסה עלה, ירד או לא השתנה. נמק.

## תשובה:

במהלך שתי התגובות ה-pH של התמיסה עולה.

בשתי התגובות ריכוז יוני  $\text{H}_3\text{O}^+(\text{aq})$  יורד (אנ): יוני  $\text{H}_3\text{O}^+(\text{aq})$  מגיבים, ולכן ה-pH של התמיסה עולה.

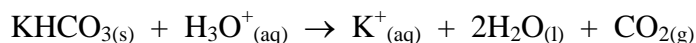
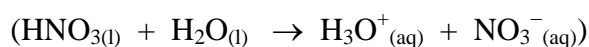
## סעיף ד'

הכניסו 10 גרם אשלגן מימן פחמתי,  $\text{KHCO}_3(\text{s})$ , לתוך 120 מ"ל תמיסת  $\text{HNO}_3(\text{aq})$  בריכוז 1M. התרחשה תגובה.

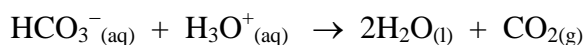
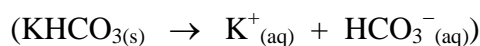
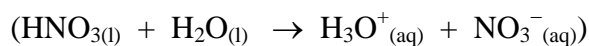
## תת-סעיף i

נסח ואזן את התגובה שהתרחשה.

## תשובה:



או:



## תת-סעיף ii

קבע אם בתום התגובה ה- pH של התמיסה שהתקבלה היה גדול מ-7, קטן מ-7, או שווה ל-7. פרט את חישוביך, והסבר.

### תשובה:

בתום התגובה ה- pH של התמיסה היה קטן מ-7.

100  $\frac{\text{gr}}{\text{mol}}$  : המסה המולרית של  $\text{KHCO}_3(\text{s})$

$\frac{10 \text{ gr}}{100 \frac{\text{gr}}{\text{mol}}} = 0.1 \text{ mol}$  : מספר המולים של  $\text{KHCO}_3(\text{s})$  שהוסיפו:

$0.12 \text{ liter} \times 1 \frac{\text{mol}}{\text{liter}} = 0.12 \text{ mol}$  : מספר המולים של יוני  $\text{H}_3\text{O}^+(\text{aq})$  בתמיסה:

על פי יחס המולים בניסוח התגובה 1 מול  $\text{KHCO}_3(\text{s})$  מגיב עם 1 מול יוני  $\text{H}_3\text{O}^+(\text{aq})$ .

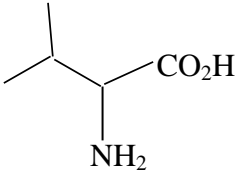
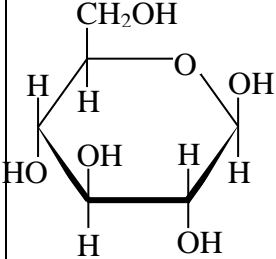
לכן מספר המולים של  $\text{H}_3\text{O}^+(\text{aq})$  שגיבו: 0.1 mol

בתום התגובה יש בתמיסה יוני  $\text{H}_3\text{O}^+(\text{aq})$  שלא הגיבו, ולכן ה- pH של התמיסה קטן מ-7.

## שאלה 8

### סוכרים וחלבונים

בטבלה שלפניך מוצגים נתונים על שני חומרים: ואלין ו-β-גלוקוז.

טמפרטורת היתוך (°C)	מסה מולרית (גרם/מול)	נוסחת המבנה	החומר
315	117		ואלין
149	180		β-גלוקוז

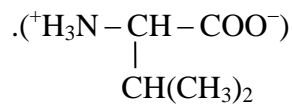
#### סעיף א'

הסבר מדוע טמפרטורת ההיתוך של ואלין גבוהה מטמפרטורת ההיתוך של β-גלוקוז.

#### תשובה:

במצב מוצק בין המולקולות של גלוקוז יש קשרי מימן.

במצב מוצק חלקיקי ואלין מצויים בצורה של דו-יון

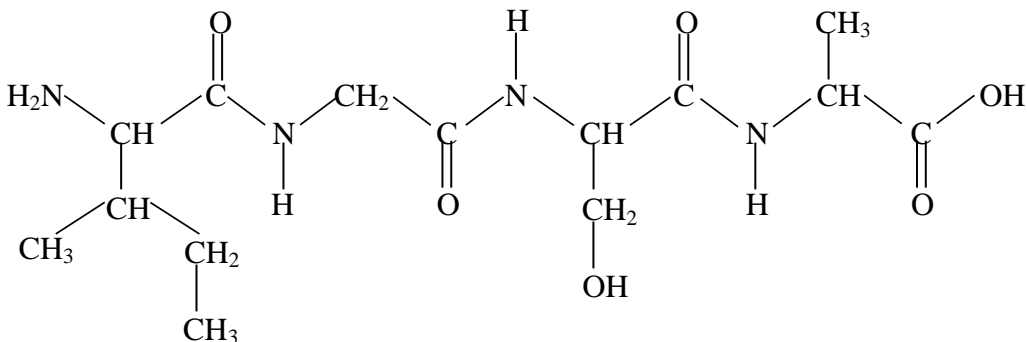


בין חלקיקי ואלין יש קשרים יוניים (משיכה חשמלית בין הקבוצות הטעונות מטען חיובי לבין הקבוצות הטעונות מטען שלילי).

הקשרים היוניים בין חלקיקי ואלין חזקים יותר מקשרי המימן שבין מולקולות הגלוקוז, לכן טמפרטורת ההיתוך של ואלין גבוהה מטמפרטורת ההיתוך של גלוקוז.

#### סעיף ב'

לפניך נוסחת מבנה של טטראפפטיד - פפטיד הבנוי מארבע יחידות של חומצות אמיניות.





## תת-סעיף i

מהו סוג הקשר בין היחידות של החומצות האמיניות בטטראפפטיד?

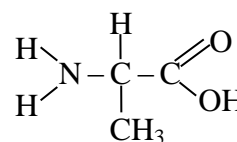
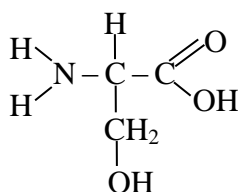
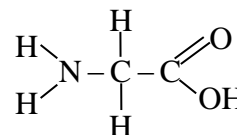
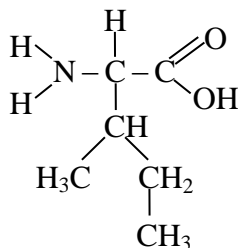
**תשובה:**

קשר אמידי (אָן : קשר פפטידי ; אָן : קשר קוולנטי).

## תת-סעיף ii

רשום את נוסחאות המבנה של החומצות האמיניות שמהן נוצר הטטראפפטיד.

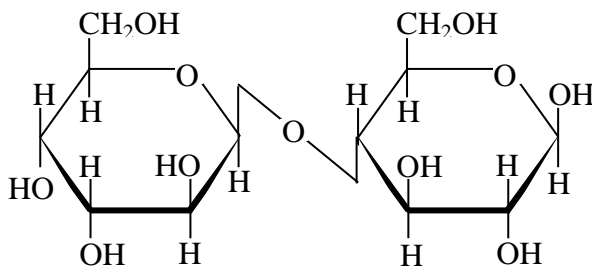
**תשובה:**



## סעיף ג'

אלטרוז הוא איזומר של גלוקוז.

לפניך נוסחת הייזורת של דו-סוכר המורכב מאלטרוז ומ-β-גלוקוז.



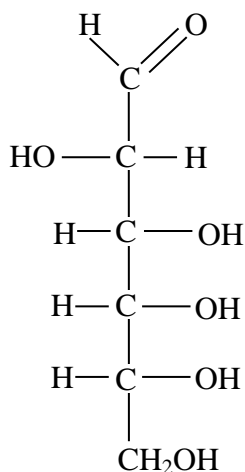
## תת-סעיף i

במה שונה המבנה של מולקולת אלטרוז מהמבנה של מולקולת β-גלוקוז?

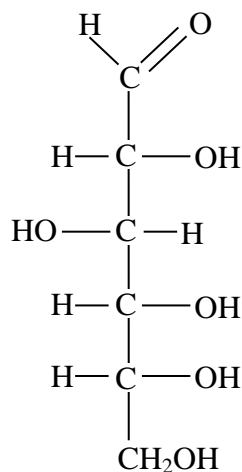
**תשובה:**

- בטבעת של אלטרוז, קבוצת -OH שעל אטום פחמן C-2 נמצאת מעל מישור הטבעת (אָן : פונה כלפי מעלה), ואילו בטבעת של β-גלוקוז היא נמצאת מתחת למישור הטבעת (אָן : פונה כלפי מטה).
- בטבעת של אלטרוז, קבוצת -OH שעל אטום פחמן C-3 נמצאת מתחת מישור הטבעת (אָן : פונה כלפי מטה), ואילו בטבעת של β-גלוקוז היא נמצאת מעל למישור הטבעת (אָן : פונה כלפי מעלה).

## תת-סעיף ii



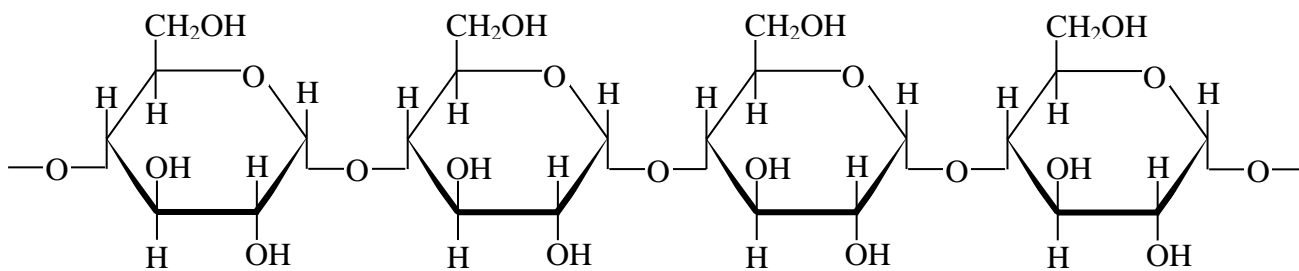
תשובה:



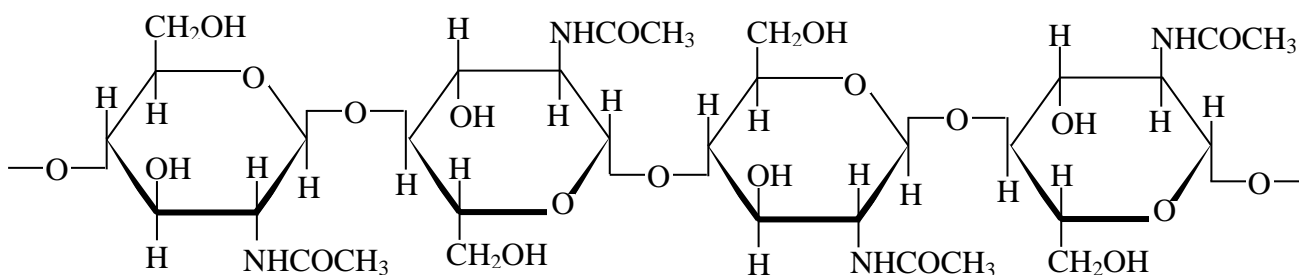
לפניך נוסחת פישר של גלוקוז.  
רשום נוסחת פישר של אלטרוז.

## סעיף ד'

אמילוז הוא רב-סוכר המצוי בצמחים. כיטין הוא רב-סוכר המצוי בשריון של עקרבים.  
לפניך נוסחאות הייזורת של שני קטעים - קטע ממולקולה של עמילוז וקטע ממולקולה של כיטין.



עמילוז



כיטין

לפניך חמישה מאפייני מבנה, e-a, של מולקולות של רב-סוכרים.

- המולקולות בנויות מיחידות זהות החוזרות על עצמן.
- היחידות החוזרות במולקולות הן גלוקוז.
- מספר היחידות החוזרות במולקולות אינו קבוע.
- תבנית הקשר בין היחידות החוזרות במולקולות היא  $\alpha$ .
- היחידות החוזרות במולקולות הפכות זו לזו.

### **תת-סעיף i**

איזה (אילו) מן המאפיינים מתאים (מתאימים) רק למולקולות של עמילוז?

**תשובה:** b , d

### **תת-סעיף ii**

איזה (אילו) מן המאפיינים מתאים (מתאימים) רק למולקולות של כיטין?

**תשובה:** e

### **תת-סעיף iii**

איזה (אילו) מן המאפיינים מתאים (מתאימים) גם למולקולות של

עמילוז וגם למולקולות של כיטין?

**תשובה:** a , c