

בחינת בגרות תשע"ג, 2013

כל הזכויות שמורות לפיקוח על הוראת הכימיה - משרד החינוך

השאלות

נושא חובה - אנרגיה ודינמיקה 1

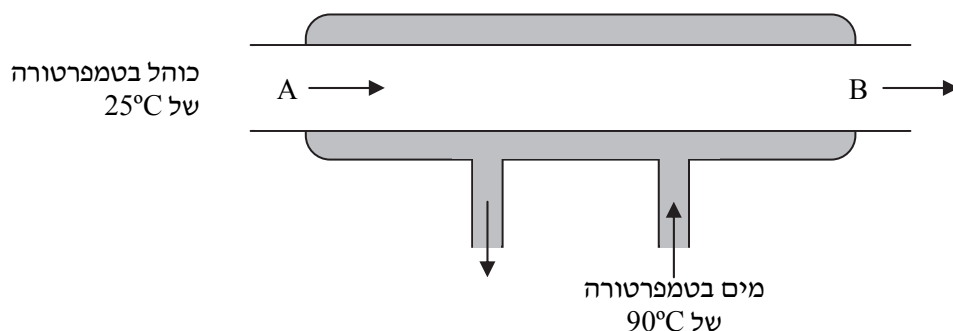
1. בשכבות העמוקות של כדור הארץ הטמפרטורות גבוהות. מים חמים המגיעים משכבות אלו, מנוצלים לאידוי כוהל.

כוהל במצב גז משמש להפעלת טורבינות לייצור חשמל.

מבצעים את התהליך בשני שלבים.

בשלב הראשון מחממים את הכוהל הנוזלי.

האיור שלפניכם מתאר את זרימת הנוזלים בצינורות בשלב הראשון.



א. קבעו אם האנרגיה הקינטית הממוצעת של מולקולות הכוהל ביציאה מהצינור (B) גבוהה מן האנרגיה הקינטית הממוצעת של מולקולות הכוהל בכניסה לצינור (A), נמוכה ממנה או שווה לה. נמקו.

בשלב השני של התהליך הכוהל הופך לגז.

בטבלה שלפניכם מוצגים נתונים על שני הכוהלים: אתאנול ו-2-בוטאנול.

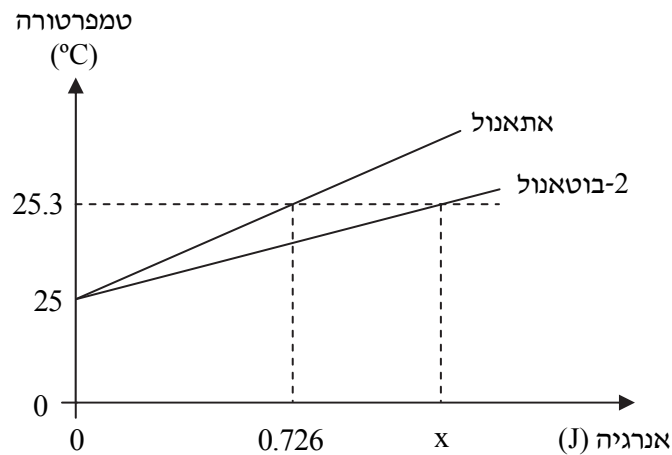
2-בוטאנול	אתאנול	
$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}(\text{OH})\text{CH}_3(\ell)$	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}(\ell)$	
372	351	טמפרטורת רתיחה (K)
49.6	42.3	אנתלפיית אידוי* ב- 298K ($\frac{\text{kJ}}{\text{mol}}$)

* אנתלפיית אידוי - כמות האנרגיה הדרושה לאידוי 1 מול נוזל.

- ב. i היעזרו בטבלה וקבעו איזה כוהל - אתאנול או 2-בוטאנול - מתאים לשמש להפעלת טורבינות בתהליך המתואר. נמקו.
- ii נסחו את תהליך האיזוי של הכוהל שבחרתם בתת-סעיף ב.i.
- iii קבעו אם האנטרופיה של הכוהל במצב גז גבוהה מהאנטרופיה שלו במצב נוזל או נמוכה ממנה. הביאו שני נימוקים.

ג. קבעו אם כמות האנרגיה הדרושה לאיזוי 1 גרם אתאנול ב- 298K גדולה מכמות האנרגיה הדרושה לאיזוי 1 גרם 2-בוטאנול ב- 298K, קטנה ממנה או שווה לה. פרטו את חישוביכם.

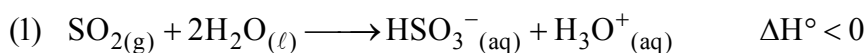
ד. מחממים 1 גרם $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}(\ell)$ ו-1 גרם $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}(\text{OH})\text{CH}_3(\ell)$. לפניכם גרף המתאר את השינוי בטמפרטורה של כל אחד מהנוזלים האלה במהלך החימום.



- i היעזרו בנתונים שבגרף וחשבו את קיבול האנרגיה הסגולי של אתאנול. פרטו את חישוביכם.
- ii איזה משני הערכים, $2.2 \frac{\text{J}}{\text{gr}\cdot^{\circ}\text{C}}$ או $2.66 \frac{\text{J}}{\text{gr}\cdot^{\circ}\text{C}}$, מתאים לקיבול האנרגיה הסגולי של 2-בוטאנול? נמקו.
- iii חשבו את הערך של x. פרטו את חישוביכם.

2. גפרית דו-חמצנית, $\text{SO}_2(\text{g})$, היא גז רעיל הנפלט לאטמוספירה בשרפה של דלקים.

א. באטמוספירה $\text{SO}_2(\text{g})$ מגיב עם מי גשם על-פי תגובה (1):



ביצעו ניסוי: לכלי המכיל מים הוסיפו $\text{SO}_2(\text{g})$. התרחשה תגובה (1).

לפניכם ארבעה היגדים i - iv.

עבור כל אחד מן ההיגדים i - iv שלפניכם קבעו אם הוא נכון או לא נכון. נמקו כל קביעה.

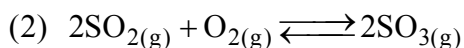
i בתום התגובה היה ה-pH של התמיסה גדול מ-7.

ii האנרגיה הפנימית של חלקיקי המערכת עולה במהלך התגובה.

iii האנטרופיה של הסביבה עולה במהלך התגובה.

iv האנטרופיה של המערכת עולה במהלך התגובה.

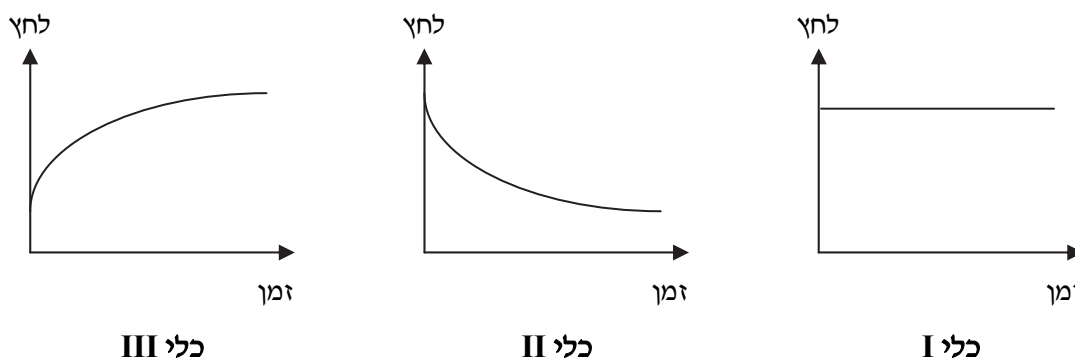
ב. בתנאים מתאימים מתרחשת תגובה (2):



לקחו שלושה כלים סגורים I, II, III שיש להם אותו נפח. לכל אחד מן הכלים הכניסו שלושה

גזים: $\text{SO}_2(\text{g})$, $\text{O}_2(\text{g})$, $\text{SO}_3(\text{g})$. הכלים נשמרו בטמפרטורה קבועה T.

לפניכם שלושה גרפים. כל גרף מתאר את השינוי בלחץ באחד מהכלים, מרגע הכנסת הגזים.



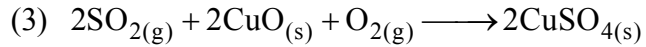
i הלחץ בכלי I אינו משתנה. הסבירו מדוע.

ii קבעו באיזה כלי, מיד לאחר הכנסת הגזים, קצב התגובה הישירה גבוה מקצב התגובה ההפוכה. נמקו.

ג. בתגובה (2) קצב התגובה הישירה בטמפרטורה 300°C גבוה מקצב התגובה הישירה בטמפרטורה 300K . הסבירו עובדה זו בעזרת תורת ההתנגשויות.

ד. ביצעו מחקרים כדי לפתח תהליך למניעת פליטה של $\text{SO}_{2(g)}$ לאטמוספירה.

באחד משלבי התהליך שפותח מתרחשת תגובה (3):



לפניכם הנתונים עבור תגובה (3) ב- 298K :

$$\Delta S^{\circ}_{\text{מערכת}} = -562 \frac{\text{J}}{\text{K}}$$

$$\Delta S^{\circ}_{\text{יקום}} = +1570 \frac{\text{J}}{\text{K}}$$

i. הסבירו מדוע $\Delta S^{\circ}_{\text{מערכת}} < 0$.

ii. קבעו אם תגובה (3) היא אנדותרמית או אקסותרמית. נמקו ללא חישוב.

iii. חשבו את ΔH° עבור תגובה (3). פרטו את חישוביכם.

פולימרים

5. השאלה עוסקת בפוליאסטרים אחדים.

בטבלה שלפניכם מוצגים נתונים על שלושה פוליאסטרים I - III.

מספר הפולימר	שם הפולימר	נוסחת היחידה החוזרת של הפולימר	טמפרטורה זגוגית, T_g (°C)	טמפרטורת היתוך, T_m (°C)
I	פוליאטילן אדיפט (PEA)		-45	50
II	פוליאטילן טרפאלט (PET)		70	265
III	פוליאטילן נפאלט (PEN)		120	270

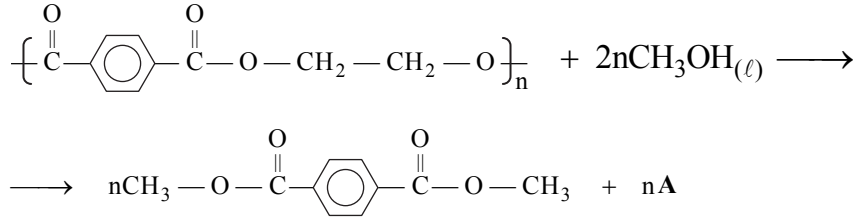
- א. i באיזה מהפולימרים, I או II, המרחק הממוצע בין קצות השרשרת גדול יותר? הניחו שאורך השרשרת בשני הפולימרים דומה. נמקו את קביעתכם.
- ii הסבירו מדוע ערך ה- T_m של פולימר II גבוה מערך ה- T_m של פולימר I.

ב. הסבירו מדוע ערך ה- T_g של פולימר III גבוה מערך ה- T_g של פולימר II.

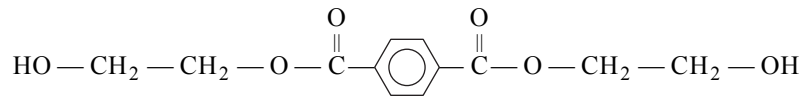
יש שיטות שונות למחזור פולימר II - PET.

- ג. אחת השיטות כוללת ביצוע הידרוליזה של הפולימר, ניקוי המונומרים ופלמור מחדש. רשמו את נוסחאות המבנה של תוצרי ההידרוליזה.

ד. שיטה אחרת למחזור PET היא ביצוע תהליך שנקרא מחזור כימי: מכניסים את הפולימר הגרוס לתוך מתאנול, $\text{CH}_3\text{OH}_{(l)}$, בעודף, תוך כדי חימום והפעלת לחץ. הפולימר והזיהומים מתמוססים במתאנול, וה- PET מתפרק על-פי התגובה:

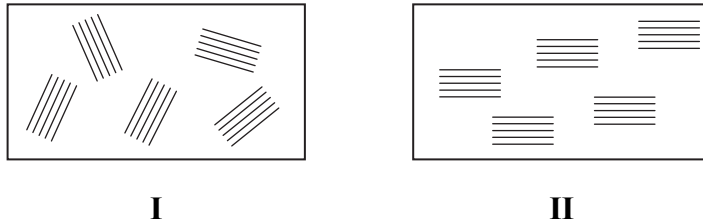


- i רשמו את נוסחת המבנה של החומר **A**.
 ii מפרידים את תוצרי התגובה ממתאנול, ומגיבים ביניהם לקבלת החומר **B** שנוסחתו:

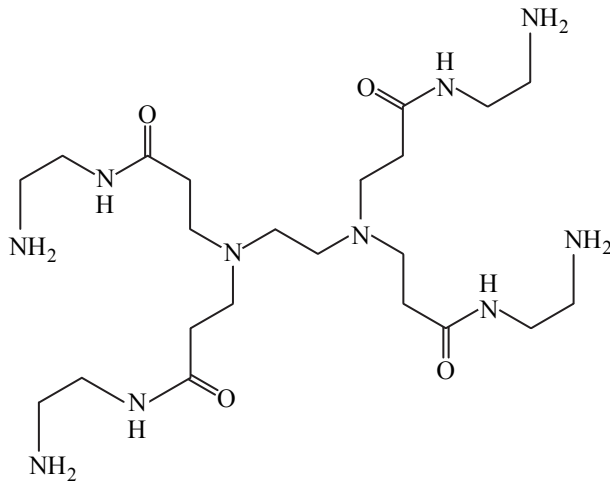


חומר **B** עובר פלמור עם מונומר נוסף לקבלת PET. רשמו נוסחת מבנה של המונומר הנוסף.

- ה. PET משמש בין היתר לייצור סיבים לתעשיית הטקסטיל.
 i ציינו שלושה מאפייני מבנה של PET שבזכותם הוא מתאים לייצור סיבים.
 ii בתהליך ייצור הסיבים הפולימר עובר מתיחה.
 איזה מהאיורים הסכמתיים I - II שלפניכם מציג נכון את ההכוונה של האזורים הגבישיים בפולימר לאחר המתיחה? נמקו את קביעתכם.



- ו. מפוליאסטר מוצלב מייצרים ציפויים למוצרי עץ. כדי לקבל פוליאסטר מוצלב, לשני המונומרים של PET מוסיפים גליצרול, $\text{HO}-\text{CH}_2-\text{CH}(\text{OH})-\text{CH}_2-\text{OH}$, במהלך הפלמור.
 רשמו קטע מייצג של הפוליאסטר המוצלב שמתקבל בפלמור.



6. דנדרימרים הם פולימרים כדוריים

הנוצרים בפלמור על-ידי דחיסה, בתהליך רב-שלבי.

לפניכם נוסחת מבנה של מולקולה A הנוצרת בשלבים הראשונים של הפלמור לקבלת הדנדרימר.

א. מולקולה A נוצרת בתגובת דחיסה בין מולקולה מרכזית ובין ארבע

מולקולות של מונומר X. רשמו נוסחת מבנה למולקולה של מונומר X.

בהמשך התהליך הרב-שלבי, מולקולה A נקשרת לארבע מולקולות של מונומר Y בתגובת דחיסה.

ב. i איזה משלושת המונומרים: $\text{H}_2\text{N}(\text{CH}_2)_3\text{NH}_2$, $\text{HOOC}(\text{CH}_2)_3\text{COOH}$,

$\text{HO}(\text{CH}_2)_3\text{OH}$, מתאים להיות מונומר Y? נמקו.

ii המונומר $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_3\text{COOH}$ אינו מתאים להיות מונומר Y. הסבירו מדוע.

ג. i מהו סוג הקשרים שנוצרו בין מולקולה A ובין מולקולות של מונומר Y?

ii בתגובת הדחיסה מוסיפים זרז. הסבירו מה תפקידו של הזרז.

ד. המסה המולרית של חומר המורכב ממולקולות A היא 517 גרם למול.

מהי המסה המולרית של חומר המתקבל אחרי הוספת מונומר Y? פרטו את חישוביכם.

ה. אחד השימושים של דנדרימרים הוא אגירה של תרופות והובלתן בכלי הדם לאיבר פגוע.

למולקולה של דנדרימר יש מבנה דומה למבנה של מולקולה A.

הסבירו מדוע יש לדנדרימר מסיסות גבוהה במים (המצויים בדם).

ו. i מונומר X יכול להגיב עם מונומר Y וליצור פולימר B.

רשמו נוסחת מבנה ליחידה חוזרת של הפולימר B.

ii מונומר Y יכול להגיב עם המונומר $\text{H}_2\text{N}(\text{CH}_2)_2\text{CH}(\text{NH}_2)\text{CH}_2\text{NH}_2$ וליצור פולימר C.



אחד משני הפולימרים B ו-C מתמוסס במים, ואילו הפולימר השני תופח במים אך לא

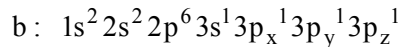
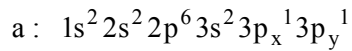
מתמוסס. קבעו איזה משני הפולימרים מתמוסס ואיזה תופח. נמקו.

כימיה פיזיקלית - מרמת הננו למיקרואלקטרוניקה

7. צורן (סיליקון), $Si_{(s)}$, הוא מוליך למחצה ומשמש לייצור שבבים אלקטרוניים.

השימוש הנפוץ של יסוד זה בתעשיית השבבים בא לידי ביטוי בשם "עמק הסיליקון" שנמצא בקליפורניה, ארצות-הברית.

א. לפניכם שתי אפשרויות, a ו-b, לרישום היערכות אלקטרוניים באטומי צורן.



i קבעו איזו מן האפשרויות מתאימה לאטום צורן מעורר. נמקו.

ii ציירו דיאגרמה של אכלוס אלקטרוניים באטום צורן מעורר.

iii רשמו היערכות אלקטרוניים ביון Si^{2+} במצב יסוד.

בהנחה שעקרון האיסור של פאולי אינו נכון, וכל אורביטל יכול לאכלס 3 אלקטרוניים :

i כמה יסודות היו נכללים בשורה הראשונה במערכת המחזורית? נמקו.

ii כמה יסודות היו נכללים בשורה השנייה במערכת המחזורית? נמקו.

iii רשמו את היערכות האלקטרוניים באטום צורן שבו כל אורביטל יכול לאכלס 3 אלקטרוניים.

iv לאיזה טור היה משתיך היסוד צורן? נמקו.

ג. בספקטרום הפליטה של אטומי צורן מופיעים, בין היתר, קווי פליטה באורכי הגל האלה :
288 nm , 505 nm , 637 nm , 785 nm

חשבו את אנרגיית הפוטון המתאים לקו הפליטה בתחום אולטרה-סגול (UV).
פרטו את חישוביכם.

ד. נתון : אנרגיית היינון הראשונה של הצורן היא 790 קילוואול למול. מספר חלקיקים

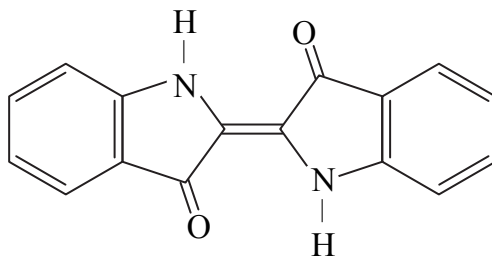
$$\text{במול חומר} - 6.02 \cdot 10^{23}$$

חשבו את תדירות הקרינה הנמוכה ביותר שיכולה ליינן את אטום הצורן. פרטו את חישוביכם.

8. השאלה עוסקת בצבע הכחול.

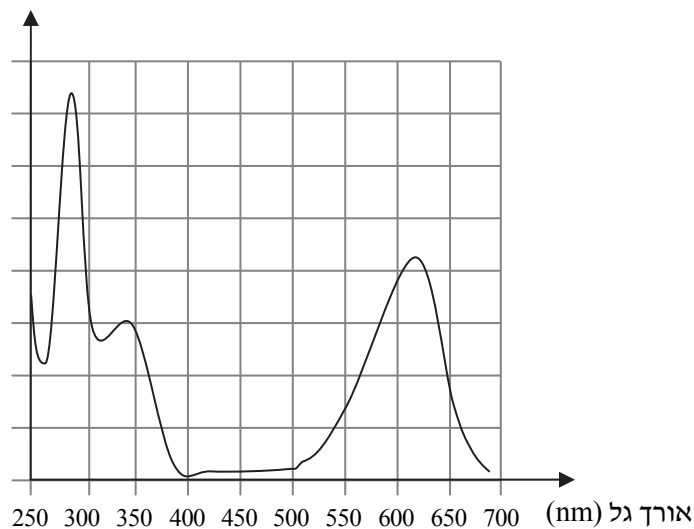
- i. חשבו את טווח האנרגיה של פוטונים של אור כחול. פרטו את חישוביכם.
 ii. קבעו אם תדירות הקרינה בתחום אולטרה-סגול גבוהה מתדירות הקרינה בתחום האור הכחול או נמוכה ממנה. נמקו.

ב. לפניכם נוסחת מבנה של מולקולת אינדיגו:



- i. העתיקו את הנוסחה למחברותיכם, והקיפו את הכרומופור שבמולקולת אינדיגו.
 ii. נתון חומר שצבעו אדום, וצורת המולקולות שלו דומה לצורת המולקולות של אינדיגו. קבעו אם הכרומופור במולקולות של חומר זה גדול מהכרומופור במולקולת אינדיגו או קטן ממנו. נמקו.
 ג. נתון קטע מספקטרום בליעה.

עוצמת בליעה



קבעו אם הקטע הנתון יכול להיות קטע מספקטרום הבליעה של אינדיגו. בתשובתכם התייחסו לתחום אורכי הגל 250nm - 700nm. נמקו.

ד. בשנת 1990 פיתחו לראשונה דיודה פולטת אור (LED) כחול.

דיודה זו בנויה מקרביד הצורן, $\text{SiC}_{(s)}$.

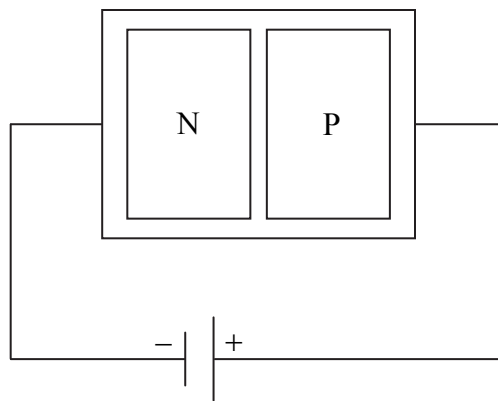
i קבעו אם ה-LED פולט אור באורך גל 470nm או 615nm. נמקו.

ii הקרינה הנפלטת מה-LED פוגעת בכלי המכיל יוד, $\text{I}_2(g)$.

אנרגיית קשר I-I במולקולת יוד שווה ל-1.57 eV.

קבעו אם פוטון הקרינה ינתק את הקשר I-I. פרטו את חישוביכם, והסבירו.

ה. לפניכם סכמה של מעגל חשמלי שבו משולב LED:



האם ה-LED מחובר באופן שהוא יפיץ אור?

כימיה אורגנית מתקדמת

9. יש שני איזומרים שנוסחתם המולקולרית C_4H_9Br , ולהם מולקולות מסועפות.

א. רשמו נוסחת מבנה למולקולות של כל אחד משני האיזומרים האלה.

חקרו את תגובות ההתמרה של שני האיזומרים עם $CH_3SH_{(C_2H_5OH)}$ ועם יוני $CH_3S^-_{(C_2H_5OH)}$.

בתגובות אלו אתאנול, $C_2H_5OH_{(l)}$, היה הממס.

ביצעו ארבעה ניסויים, (1) - (4). בכל ניסוי השתמשו באותו איזומר, וקבעו את קצב התגובה.

נסמן איזומר זה באות A.

בטבלה שלפניכם מוצג מידע על הניסויים (1) - (4):

קצב התגובה $\left(\frac{M}{s}\right)$	ריכוז התחלתי (M)		הנוקלאופיל	מספר הניסוי
	[נוקלאופיל]	[A]		
0.5	1.3	0.9	$CH_3SH_{(C_2H_5OH)}$	(1)
1.0	1.3	1.8		(2)
1.0	2.6	1.8		(3)
?	1.3	0.9	$CH_3S^-_{(C_2H_5OH)}$	(4)

ב. איזה נוקלאופיל חזק יותר: CH_3SH או יוני CH_3S^- ? נמקו.

ג. i קבעו אם התגובה של איזומר A עם $CH_3SH_{(C_2H_5OH)}$ מתרחשת במנגנון S_N1

או במנגנון S_N2 . נמקו.

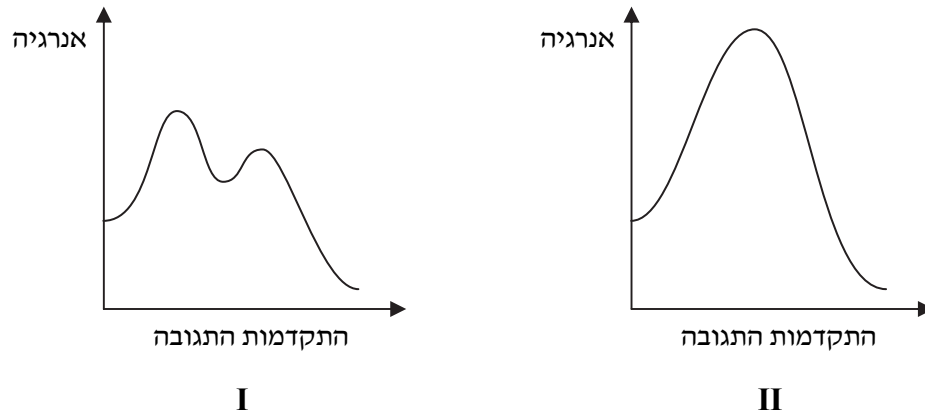
ii קבעו איזו מבין נוסחאות המבנה שרשמתם בסעיף א מייצגת את איזומר A. נמקו.

ד. i נסחו את התגובה של איזומר A עם $CH_3SH_{(C_2H_5OH)}$.

ii קבעו אם קצב התגובה בניסוי (4) היה גבוה מקצב התגובה בניסוי (1), נמוך ממנו

או שווה לו. נמקו.

- ה. בניסוי נוסף, (5), הוסיפו את האיזומר השני לתמיסה המכילה יוני $\text{CH}_3\text{S}^-(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH})$.
 נסמן איזומר זה באות B.
 i קבעו מהו מנגנון התגובה, ונסחו אותו.
 ii לפניכם שני גרפים, I ו-II, המציגים את שינוי האנרגיה עם התקדמות התגובה.



- קבעו איזה משני הגרפים מתאר את התגובה של איזומר B עם יוני $\text{CH}_3\text{S}^-(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH})$.
 נמקו.
 iii החליפו את הנוקלאופיל $\text{CH}_3\text{S}^-(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH})$ בנוקלאופיל $\text{CH}_3\text{SH}(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH})$.
 קבעו אם קצב התגובה של איזומר B עם $\text{CH}_3\text{SH}(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH})$ היה גבוה מקצב התגובה של איזומר B עם יוני $\text{CH}_3\text{S}^-(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH})$, נמוך ממנו או שווה לו. נמקו.

10. בטבלה I מובא מידע על ארבע תגובות (1) - (4).

טבלה I

מנגנון התגובה	התגובה	נוסחת החומר המגיב ושמו
$\text{S}_\text{N}2$	(1)	$\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2\text{Br}$
E2	(2)	1-ברומו פנטאן
$\text{S}_\text{N}1$	(3)	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{C} - \text{CH}_3 \\ \\ \text{Br} \end{array}$
E2	(4)	2-ברומו-2-מתיל פנטאן

א. בטבלה II רשומים ארבעה נוקלאופילים, המסומנים באותיות (a) - (d), והממס שבו מומס כל אחד מהנוקלאופילים.

טבלה II

נוסחת הנוקלאופיל	הממס		
CN^-	אתאנול	$\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}_{(\ell)}$	(a)
CN^-	DMSO	$(\text{CH}_3)_2\text{SO}_{(\ell)}$	(b)
CH_3O^-	מתאנול	$\text{CH}_3\text{OH}_{(\ell)}$	(c)
$(\text{CH}_3)_3\text{CO}^-$	t-בוטאנול	$(\text{CH}_3)_3\text{COH}_{(\ell)}$	(d)

יוני CN^- הם נוקלאופיל חזק מיוני CH_3O^- , אך בסיס חלש מהם.

- i בחרו בנוקלאופיל המתאים ביותר עבור כל אחת מן התגובות (1) - (4) שבטבלה I.
 ii נמקו את בחירתכם עבור תגובות (1) ו-(2) בלבד.

ב. i מגדילים פי 2 את ריכוז הנוקלאופיל בתגובה (1). קבעו אם כתוצאה מכך קצב התגובה יגדל, יקטן או לא ישתנה. נמקו.

ii במולקולות המגיב שבתגובה (3) מחליפים את אטום הברום באטום כלור. קבעו אם כתוצאה מכך קצב התגובה יגדל, יקטן או לא ישתנה. נמקו.

ג. בתגובה (4) מתקבלים שני אלקנים.

i רשמו נוסחת מבנה לכל אחד מהאלקנים.

ii הסבירו מדוע בתגובה (4) מתקבלים שני אלקנים.

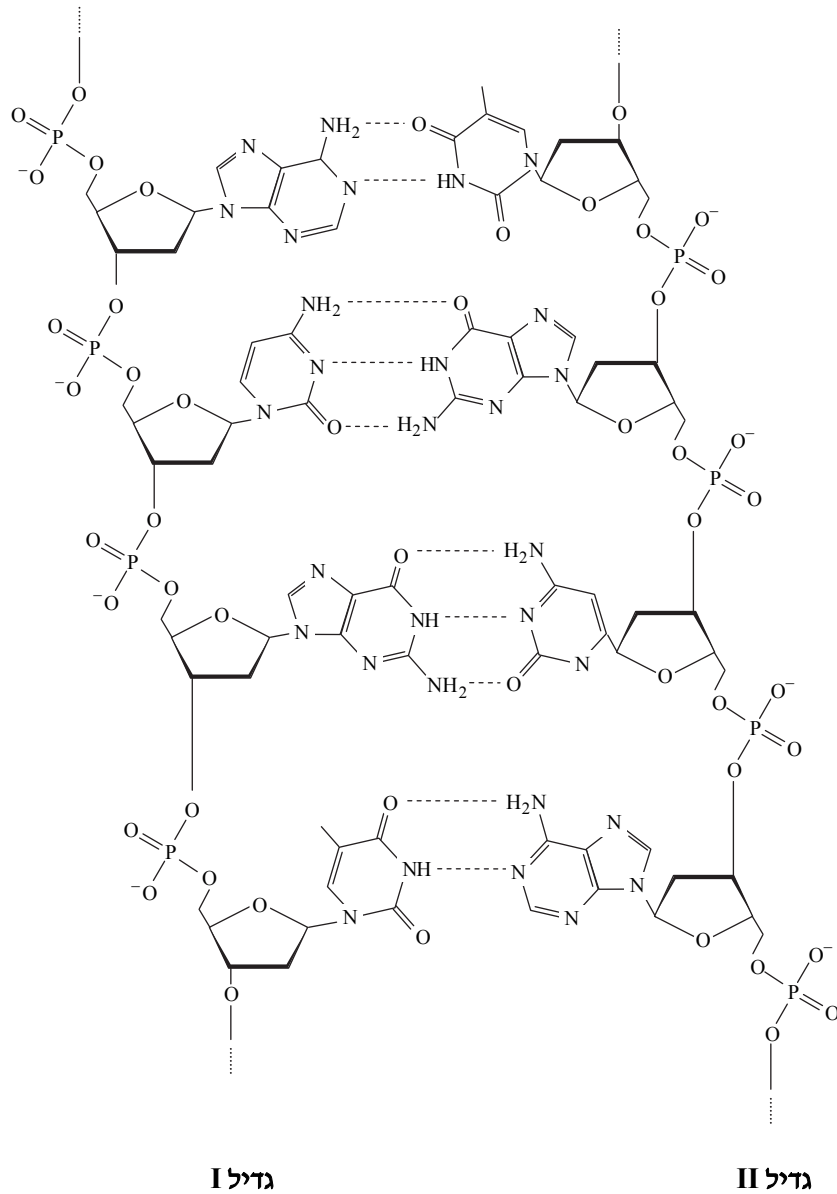
iii באיזו טמפרטורה כדאי לבצע את תגובה (4), 25°C או 50°C ? נמקו.

ד. 2-ברומו-2-מתיל פנטאן מגיב עם מתאנול, $\text{CH}_3\text{OH}_{(\ell)}$, בטמפרטורה של 25°C .

רשמו את הנוסחה של התוצר העיקרי שצפוי להתקבל בתגובה זו.

כימיה של חלבונים ושל חומצות גרעין

11. לפניהם קטע ממולקולת DNA:



- א. i רשמו את רצף הנוקלאוטידים בכל אחד משני הגדילים של קטע ה-DNA הנתון. ציינו את קצה 3' ואת קצה 5' בכל רצף.
- ii ציירו נוסחאות מבנה של שניים מבין הנוקלאוטידים שמהם נוצר גדיל I.

DNA יכול להיפגע מסיבות שונות.

הסעיפים ב, ג, ד נוגעים לארבעה סוגים של פגיעות ב-DNA. נסמן אותם (1) - (4).

- ב. i פגיעה מסוג (1) היא חיתוך הגדיל על-ידי פירוק חלק מהקשרים שבין הנוקלאוטידים. מהו סוג הקשר שמתפרק בחיתוך הגדיל של ה-DNA: קשר מימני, קשר N-גליקוזידי, קשר פוספואסטרילי או קשר פפטידי?
- ii פגיעה מסוג (2) היא היווצרות קשרים קוולנטיים בין בסיסים של נוקלאוטידים סמוכים באחד מגדילי ה-DNA. כיצד פגיעה זו משפיעה על הקשרים בין הגדילים? הסבירו.

ג. לפניכם קטעי הגדיל של ה-DNA לפני פגיעות מסוג (3) ומסוג (4), ואחריהן.

לפני הפגיעה: 5' ATG GCC TGC AAA CGC TGG 3'

אחרי פגיעה מסוג (3): 5' ATG GCT TGC AAA CGC TGG 3'

אחרי פגיעה מסוג (4): 5' ATG GCC C TGC AAA CGC TGG 3'

אם קטע ה-DNA נמצא באזור המקדד לחלבון, מה יכולים להיות השינויים במבנה החלבון -

i אחרי פגיעה מסוג (3)?

ii אחרי פגיעה מסוג (4)?

ד. כדי לבדוק אם ה-DNA נפגע יש להפריד אותו ממולקולות ההיסטונים. אפשר לבצע את

ההפרדה בעזרת תמיסת נתרן כלורי, $\text{NaCl}_{(aq)}$.

i מה הם הקשרים הקיימים בין מולקולות ההיסטונים ובין ה-DNA?

ii מדוע הוספה של תמיסת $\text{NaCl}_{(aq)}$ גורמת להפרדת ה-DNA ממולקולות ההיסטונים?

12. מחלת האיידס נגרמת על-ידי נגיף (וירוס). החומר התורשתי של נגיף זה הוא RNA.

כשנגיף זה בא במגע עם תא, ה-RNA שלו חודר לתוך התא.

ה-RNA של הנגיף משמש לבניית DNA דו-גדילי. תהליך זה נקרא תעתוק הפוך.

i. הסבירו מדוע התהליך נקרא תעתוק הפוך.

ii. לפניכם קטע RNA של הנגיף שחודר לתא:

5' CCU CGA CCU CUU GCC 3'

רשמו את רצף הנוקלאוטידים בקטע המתאים של כל אחד מגדילי ה-DNA שנוצרו

בתעתוק הפוך. ציינו את קצה ה-3' ואת קצה ה-5'.

ב. כל גדיל DNA שנוצר בתעתוק הפוך נקשר לגדיל DNA של התא. מתקבל DNA משולב.

i. מהו סוג הקשרים שנוצרו במהלך היווצרות ה-DNA המשולב?

ii. ה-DNA המשולב עובר בתא תעתוק רגיל ותרגום. נוצרים חלבונים של מעטפת הנגיף.

רשמו את רצף החומצות האמיניות, שקטע ה-RNA הנתון בתת-סעיף א ii מקודד.

הניחו שה-C בקצה ה-5' הוא התחלה של קודון.

ג. לפניכם חמישה שלבים של תהליך המתרחש בתא לאחר התקפה של נגיף האיידס.

השלבים רשומים בסדר אקראי. רשמו אותם בסדר הנכון.

– תעתוק הפוך

– תעתוק רגיל

– תרגום

– חדירת ה-RNA של הנגיף לתא

– היווצרות ה-DNA המשולב

ד. המסה המולרית של אחד מחלבוני נגיף האיידס היא 55,000 גרם למול.

מסה מולרית ממוצעת של יחידת חומצה אמינית בחלבון זה היא 110 גרם למול.

המרחק הממוצע בין מרכזי נוקלאוטידים שכנים בגדיל הוא $3.4 \cdot 10^{-10}$ מטר.

חשבו את אורך הקטע של ה-DNA שמקודד את החלבון. פרטו את חישוביכם.

ה. i. מספר הסוגים של tRNA בתא גדול ממספר הסוגים של חומצות אמיניות בסך כל

החלבונים המרכיבים תא חי. הסבירו מדוע.

ii. הסבירו מדוע לא כל שינוי ברצף נוקלאוטידים בגדיל ה-DNA מביא לשינוי ברצף של

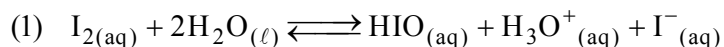
חומצות אמיניות במולקולת חלבון.

כימיה של הסביבה

13. חובבי טבע נוהגים לטהר מי נחלים או אגמים בעזרת יוד, $I_{2(s)}$. אמנם בדרך זו נפטרים מהחיידקים

שבמים, אולם עודף היוד פוגע בטעמים של המים ואף עלול להזיק לבריאות.

א. תגובה (1) היא אחת התגובות המתרחשות כשמכניסים יוד למים.



החומצה $HIO_{(aq)}$, הנוצרת בתגובה זו, קוטלת את החיידקים.

i מהו סוג התגובה שעליה מבוסס הטיהור בעזרת יוד? נמקו.

ii הציעו שיטה נוספת לטיהור מים בשטח.

על ערכה לטיהור מים בטבליות יוד כתובים הנתונים האלה:

מספר הטבליות שצריך להכניס ל- 1 ליטר מים	משך החיטוי (דקות)	טמפרטורת המים ($^{\circ}C$)
4.0	60	5
2.5	45	15
1.5	30	25
1.2	15	35

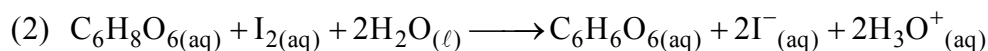
ב. הסבירו בעזרת תורת ההתנגשויות את התלות של משך החיטוי בטמפרטורת המים.

ג. מטיילים חיטאו בטבליות יוד 20 ליטר מים בטמפרטורה $25^{\circ}C$.

i כל טבליה מכילה 8 מ"ג יוד. חשבו כמה מולים של יוד הוסיפו המטיילים ל- 20 ליטר מים. פרטו את חישוביכם.

ii כדי להיפטר מן הטעם הרע של המים המטוהרים, הוסיפו המטיילים למים טבליות של

ויטמין C, $C_6H_8O_6(s)$, שהגיב עם יוד על-פי התגובה (2):



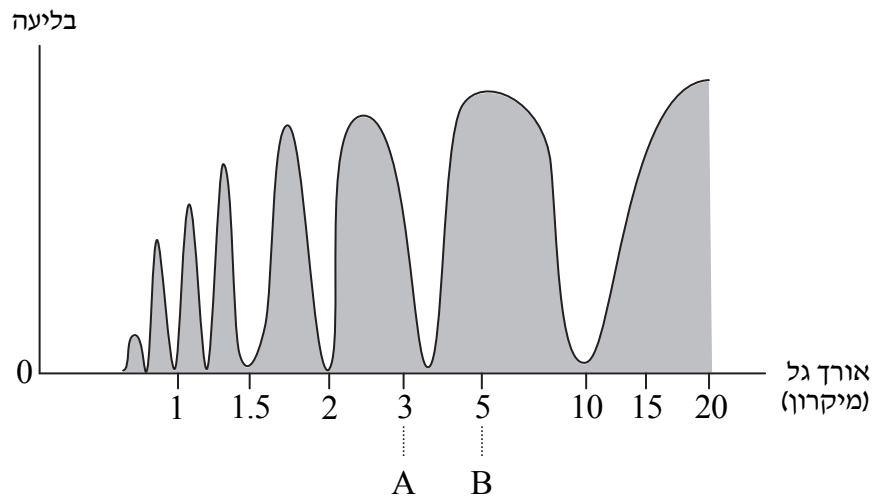
כל טבליה מכילה 50 מ"ג של ויטמין C.

המטיילים הוסיפו טבליות של ויטמין C בכמות מספקת לתגובה עם כל היוד שהוכנס

למים, כי לא ידעו מהי כמות היוד שהגיבה.

כמה טבליות של ויטמין C הוסיפו למים? פרטו את חישוביכם.

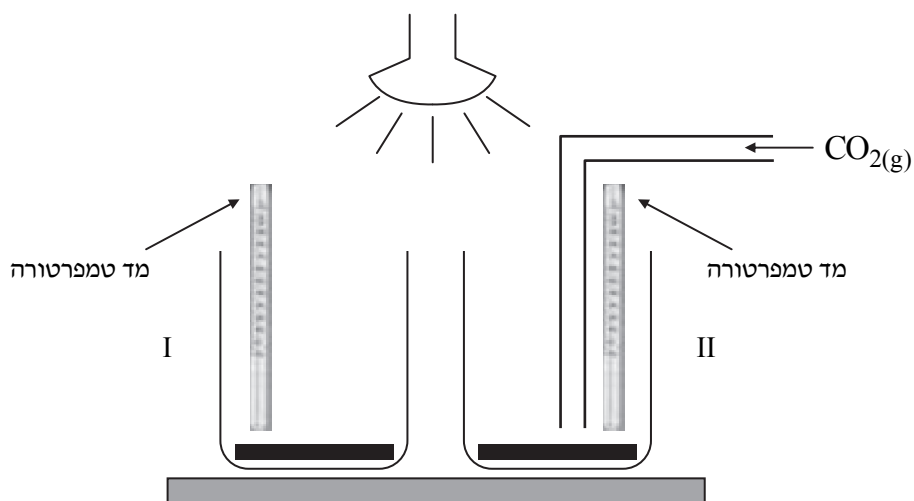
ד. לפניכם ספקטרום בליעה של $H_2O_{(g)}$.



- i לאיזה פוטון יש אנרגיה גבוהה יותר, לפוטון באורך גל A או לפוטון באורך גל B? נמקו ללא חישוב.
- ii חשבו את אנרגיית הפוטון שבחרתם בתת-סעיף ד i. פרטו את חישוביכם.
- iii מקרינים $H_2O_{(g)}$ בקרינה בתדירות $5.4 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$. קבעו אם $H_2O_{(g)}$ בולע קרינה בתדירות זאת. פרטו את חישוביכם.

14. השאלה עוסקת בשני ניסויים שונים הקשורים לסביבה.

- הניסוי הראשון נעשה כדי לחקור את הבליעה של קרינת IR על-ידי גז חממה.
- הניחו שתי כוסות, I ו-II, על שולחן מעבדה, וכיסו את תחתיות הכוסות בדיסקיות מושחרות.
 - מדדו את טמפרטורת האוויר בכוסות.
 - מילאו את כוס II בפחמן דו-חמצני, $\text{CO}_2(\text{g})$. הצפיפות של $\text{CO}_2(\text{g})$ גדולה מצפיפות האוויר, לכן הוא אינו מתנדף במהירות מתוך הכוס הפתוחה.
 - הקרינו את הגזים בשתי הכוסות באור הנראה (ראו איור). הדיסקיות המושחרות בולעות קרינה זו ופולטות קרינת IR.
 - לאחר 10 דקות הייתה טמפרטורת הגז בכוס II גבוהה ב- 8°C מטמפרטורת הגז בכוס I.



- א. הסבירו כיצד הניסוי המתואר מדגים את "אפקט החממה".
בתשובתכם התייחסו לכל מרכיבי המערכת.
- ב. i חזרו על הניסוי עם מתאן, $\text{CH}_4(\text{g})$. בסיום הניסוי טמפרטורות הגזים בשתי הכוסות היו זהות. הסבירו מדוע.
- ii הציעו ניסוי שבו אפשר להדגים את הבליעה של קרינת IR על-ידי $\text{CH}_4(\text{g})$.
- iii קבעו מהו סוג העירור שעוברת מולקולה CH_4 כאשר היא בולעת פוטון מתחום IR: אלקטרוני או ויברציוני? הסבירו כיצד קבעתם.

ג. התחום שבין 8 מיקרון ל- 12 מיקרון מכונה "החלון האטמוספרי האינפרא-אדום". הסבירו מדוע.

הניסוי השני נעשה כדי לקבוע את ריכוז יוני היוד, $I^-_{(aq)}$, במים. השיטה מבוססת על תגובת שיקוע של כסף יודי $AgI_{(s)}$.

בשלב I משקעים את יוני ה- $I^-_{(aq)}$ באמצעות הוספה של תמיסת $AgNO_{3(aq)}$ בעודף. בשלב II מטטרים את יוני ה- $Ag^+_{(aq)}$ שלא הגיבו, עם תמיסה המכילה יוני תיאוציאנט, $SCN^-_{(aq)}$, בנוכחות של יוני ברזל, $Fe^{3+}_{(aq)}$, המשמשים אינדיקטור בטיטרציה. בתגובה נוצר משקע לבן, $AgSCN_{(s)}$.

בנקודת הסיום של הטיטרציה נוצרים יוני $FeSCN^{2+}_{(aq)}$ שצבעם אדום.

ד. נסחו את שלוש התגובות המתרחשות בתהליך הקביעה של ריכוז יוני היוד, $I^-_{(aq)}$ במים.

ה. ל- 50 מ"ל מים הוסיפו 20 מ"ל תמיסת $AgNO_{3(aq)}$ בריכוז $10^{-4}M$.

יוני ה- $I^-_{(aq)}$ הגיבו עם יוני $Ag^+_{(aq)}$.

טיטרו את עודף יוני ה- $Ag^+_{(aq)}$ עם תמיסת יוני $SCN^-_{(aq)}$ בריכוז $5 \cdot 10^{-4}M$, בנוכחות

האינדיקטור. עד להופעת צבע אדום נדרשו 3 מ"ל תמיסת יוני ה- $SCN^-_{(aq)}$.

חשבו את ריכוז יוני ה- $I^-_{(aq)}$ במים, ביחידות ppm. פרטו את חישוביכם.

פרקים בתרמודינמיקה, שלב שני

15. תאי דלק שבהם מימן, $H_2(g)$, מגיב עם חמצן, $O_2(g)$, משמשים להנעת מכוניות חשמליות.

מתאנול, $CH_3OH(g)$, יכול לשמש מקור למימן. מתאנול מגיב עם קיטור, $H_2O(g)$, בתנאים מתאימים, על-פי התגובה: $CH_3OH(g) + H_2O(g) \longrightarrow 3H_2(g) + CO_2(g)$. ביצעו שני ניסויים, I ו-II.

- א. בניסוי I ביצעו את התגובה בטמפרטורה 473K בלחץ קבוע, 1atm.
- בתנאים אלה, השינוי באנרגיה הפנימית של המערכת היה: $\Delta U^\circ = +41.74 \text{ kJ}$.
- מה הן צורות המעבר של אנרגיה בין המערכת לסביבה בתגובה זו?
 - באיזה כיוון מתרחש כל אחד מהמעברים שציינתם? נמקו.
- ב.
- חשבו את ערך ה- ΔH° עבור התגובה הנתונה. פרטו את חישוביכם.
 - לפניכם ערכים של אנתלפיית התהוות תקנית, ΔH_f° , של שני חומרים:

ΔH_f° ($\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$)	החומר
-241.8	$H_2O(g)$
-393.5	$CO_2(g)$

חשבו את ערך ה- ΔH_f° של $CH_3OH(g)$. פרטו את חישוביכם.

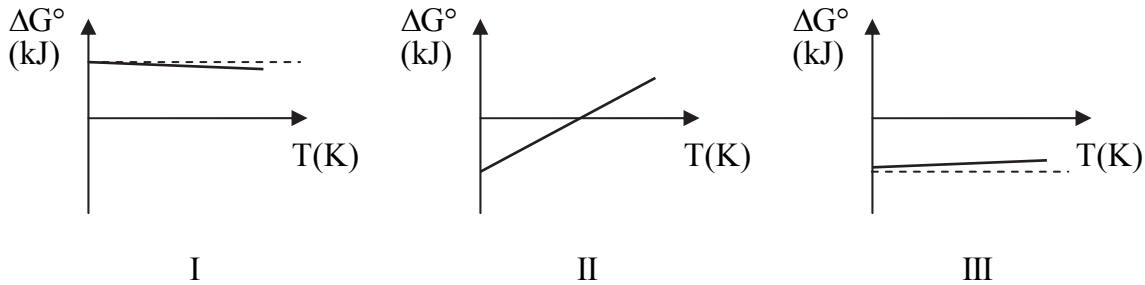
- ג. בניסוי II ביצעו את התגובה בטמפרטורה 473K בנפח קבוע.
- מהי כמות האנרגיה העוברת בין המערכת לסביבה בצורת חום? נמקו.
 - חשבו את השינוי באנטרופיה של הסביבה, ΔS° , סביבה. פרטו את חישוביכם.
- ד. לכלי שנפחו 0.5 ליטר, המוחזק בטמפרטורה 473K, הכניסו 0.005 מול $CH_3OH(g)$ וכמות מתאימה של קיטור. במהלך התגובה נשאר נפח הכלי קבוע.
- מה היה לחץ הגז בכלי בתום התגובה? הניחו שהמגיבים הגיבו בשלמות. פרטו את חישוביכם.
- ה. עבור התגובה הנתונה השינוי באנרגיה החופשית התקנית ב-473K הוא: $\Delta G_{473}^\circ = -33.98 \text{ kJ}$.
- לפניכם שלושה ערכים של ΔG° : -3.1kJ, -33.98kJ, -51.6kJ.
- איזה מבין הערכים האלה מתאים עבור ΔG_{573}° ? נמקו.

16. אחת התגובות המתרחשות במנוע של מכונית היא התגובה בין חנקן דו-חמצני, $\text{NO}_2(\text{g})$,

ובין פחמן חד-חמצני, $\text{CO}(\text{g})$. לפניכם ניסוח התגובה:



א. i איזה מבין הגרפים I - III שלפניכם מתאר נכונה את האנרגיה החופשית התקנית, ΔG° , כפונקציה של הטמפרטורה, T, עבור התגובה הנתונה? נמקו.



ii השינוי באנרגיה החופשית התקנית ב- 298K הוא $\Delta G^\circ_{298} = -221.7 \text{ kJ}$.

חשבו את ערך ΔS° מערכת עבור התגובה הנתונה. פרטו את חישוביכם.

ב. עבור כל אחד מן ההיגדים i - ii שלפניכם קבעו אם הוא נכון או לא נכון. נמקו כל קביעה.

i המערכת יכולה להגיע למצב של שיווי-משקל בכל טמפרטורה.

ii במצב של שיווי-משקל ב- 298K, המערכת מכילה בעיקר תוצרים ומעט מאוד מגיבים.

כדי לקבוע את סדר התגובה ביצעו ארבעה ניסויים, (1) - (4), בטמפרטורה 398K.

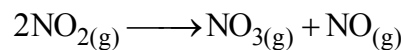
בכל אחד מן הניסויים הריכוזים ההתחלתיים של המגיבים היו שונים.

בטבלה שלפניכם מובא מידע על הניסויים.

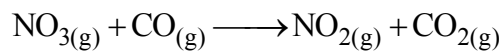
קצב התגובה ההתחלתי ($\text{mol} \cdot \text{liter}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$)	הריכוזים ההתחלתיים ($\text{mol} \cdot \text{liter}^{-1}$)		מספר הניסוי
	$[\text{NO}_2(\text{g})]$	$[\text{CO}(\text{g})]$	
$1.70 \cdot 10^{-7}$	$5.0 \cdot 10^{-4}$	$1.6 \cdot 10^{-2}$	(1)
$1.70 \cdot 10^{-7}$	$5.0 \cdot 10^{-4}$	$3.2 \cdot 10^{-2}$	(2)
$1.53 \cdot 10^{-6}$	$1.5 \cdot 10^{-3}$	$3.2 \cdot 10^{-2}$	(3)
X	$2.0 \cdot 10^{-3}$	$6.4 \cdot 10^{-2}$	(4)

- ג. i קבעו מהו סדר התגובה ביחס לכל אחד משני המגיבים. נמקו.
 ii רשמו את משוואת הקצב.
 iii חשבו את הערך של קבוע הקצב, k , וציינו את היחידות המתאימות. פרטו את חישוביכם.
 iv חשבו את X , קצב התגובה ההתחלתי בניסוי (4). פרטו את חישוביכם.
- ד. אחד המנגנונים שהוצעו עבור התגובה מורכב משני השלבים האלמנטריים, I - II, שלפניכם.

שלב I - אטי (שלב הקובע את קצב התגובה):



שלב II - מהיר:



מנגנון זה תואם את המידע על הניסויים. הביאו שני נימוקים לכך.

מיומנויות בנושאי מעבדות חקר

17. קראו את הקטע שלפניכם, וענו על כל הסעיפים שאחריו.

כיצד אפשר למנוע החמצת חלב?

חלב פרה מכיל את כל אבות המזון: שומנים, חלבונים וסוכרים, וגם מינרלים וויטמינים. חלב טרי שנשאר באוויר הפתוח לפרק זמן מסוים מחמיץ: חיידקים הופכים את הלקטוז

(סוכר חלב) לחומצה לקטית שנוסחתה $\text{CH}_3 - \text{CH}(\text{OH}) - \text{COOH}$.

בתהליך זה, ה-pH של החלב יורד, מסיסות החלבונים יורדת, לכן הם שוקעים.

אחת השיטות למניעת החמצה של חלב מבוססת על תגובה בין יוני $\text{SCN}^-_{(\text{aq})}$ לתמיסת

$\text{H}_2\text{O}_2_{(\text{aq})}$. במהלך התגובה נוצרים יוני $\text{OSCN}^-_{(\text{aq})}$ שקוטלים חיידקים.

האנזים לקטופראוקסידז, Lp, המצוי בחלב, מזרז תגובה זו.

לפניכם תיאור של מחקר שעסק במניעת החמצה של חלב.

במחקר נלקחו 20 דגימות של חלב טרי, כל דגימה בנפח 1 ליטר.

במעבדה חילקו כל אחת מ-20 הדגימות לשני כלים. הכלים סומנו באותיות a ו-b, בצירוף

מספר דגימה (לדוגמה a_3). רק לדגימות a_1 עד a_{20} הוסיפו $\text{KSCN}_{(\text{s})}$ ותמיסת $\text{H}_2\text{O}_2_{(\text{aq})}$.

כל הדגימות הוחזקו בטמפרטורה של 30°C .

בכל הדגימות קבעו את אחוז החומצה בחלב על-פי הנוסחה $100\% \cdot \frac{\text{מסה של חומצה לקטית}}{100 \text{ גרם חלב}}$.

דגימה שבה אחוז החומצה בחלב נמוך מ-0.2% נחשבת תקינה.

בטבלה שלפניכם מוצגות תוצאות המחקר.

משך החזקת הדגימות (שעות)	0	2	4	6	8	10	12	14
% הדגימות התקינות מבין הדגימות $a_1 - a_{20}$	100	100	85	80	80	75	65	35
% הדגימות התקינות מבין הדגימות $b_1 - b_{20}$	100	95	75	75	55	40	00	00

- א. הריכוז ההתחלתי של יוני $\text{SCN}^-_{(\text{aq})}$ בחלב היה $1.55 \cdot 10^{-4} \text{ M}$.
 חשבו את המסה של $\text{KSCN}_{(\text{s})}$ שיש להוסיף ל- 1 ליטר חלב בתחילת הטיפול.
 פרטו את חישוביכם.
- ב. סרטטו גרף אחד המציג את תוצאות המחקר. הגרף צריך לכלול שתי עקומות:
 – עקומה אחת עבור דגימות $a_1 - a_{20}$
 – עקומה אחת עבור דגימות $b_1 - b_{20}$
- ג. i מהי שאלת החקר במחקר המתואר בקטע?
 ii למה שימשו דגימות $b_1 - b_{20}$?
 iii ציינו שני גורמים שנשמרו קבועים במחקר.
- ד. i רשמו מסקנה אחת שאפשר להסיק מתוצאות המחקר.
 ii הציעו נושא להמשך המחקר.
- ה. בבדיקה של אחת הדגימות הוסיפו ל- 10 מ"ל חלב 20 מ"ל מים מזוקקים וטיפות אחדות של האינדיקטור פנולפתלאין. לסתירת החומצה נדרשו 3 מ"ל של תמיסת $0.1 \text{ M NaOH}_{(\text{aq})}$.
 i נסחו את התגובה בין חומצה לקטית לתמיסת $\text{NaOH}_{(\text{aq})}$.
 ii נתון: המסה של 1 מ"ל חלב היא 1.03 גרם.
 חשבו את אחוז החומצה הלקטית בדגימה שנבדקה. פרטו את חישוביכם.

פתרונות

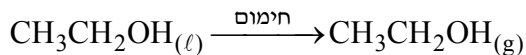
שאלה 1 - אנרגטיקה ודינמיקה

א. הטמפרטורה של הכוהל בכניסה לצינור היא 25°C . הטמפרטורה של המים בכניסה לצינור היא 90°C . למולקולות המים אנרגיה קינטית ממוצעת גבוהה מלמולקולות הכוהל. מולקולות כוהל נוזלי עוברות בצינור ובאות במגע עם מולקולות מים. יש מעבר אנרגיה ממולקולות המים למולקולות הכוהל. כתוצאה מכך בממוצע לכל מולקולת כוהל ביציאה מהצינור יש אנרגיה קינטית גדולה מן האנרגיה הקינטית שהייתה לה בכניסה לצינור.

ב. i הפעלת הטורבינות לייצור חשמל דרוש כוהל במצב גז. טמפרטורת הרתיחה של אתאנול היא 78°C . טמפרטורת הרתיחה של 2-בוטאנול היא 99°C .

כשאתאנול בא במגע עם מים בטמפרטורה של 90°C , עוברת אנרגיה ממולקולות המים אל מולקולות האתאנול. חלק גדול ממולקולות האתאנול יקבלו אנרגיה מספקת כדי לעבור למצב גז. לכן אתאנול מתאים לשמש להפעלת הטורבינות.

ל-2-בוטאנול טמפרטורת רתיחה גבוהה מטמפרטורת המים הנכנסים. כאשר תעבור אנרגיה ממולקולות המים למולקולות הבוטאנול, רק מעט מן המולקולות יקבלו אנרגיה מספקת כדי לעבור למצב גז. לכן 2-בוטאנול אינו מתאים לשמש להפעלת הטורבינות.



ii

iii האנטרופיה של הכוהל במצב גז גבוהה מהאנטרופיה של הכוהל במצב נוזל כי...

1. במצב גז יש למולקולות אופני תנועה רבים יותר (מעתיק, סיבוב ותנודות). במצב נוזל למולקולות אופני תנועה של סיבוב ותנודה בלבד. מספר התיאורים המיקרוסקופיים לפיזור האנרגיה גדול יותר בגז מאשר בנוזל.
2. גז תופס נפח גדול יותר מנוזל. לכן מספר התיאורים המיקרוסקופיים האפשריים של מיקום החלקיקים גדול יותר בגז מאשר בנוזל, והאנטרופיה גבוהה יותר.

ג.

$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}_{(\ell)}$	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}(\text{OH})\text{CH}_3_{(\ell)}$	
42.3	49.6	ΔH_b° (kJ/mol)
1	1	m (gr)
46	74	M_w (gr/mol)
↓ 0.022	↓ 0.014	n (mol)

נחשב באמצעות ערך משולש את כמות האנרגיה הדרושה לאידוי 1 גרם של כל אחד מהכוהלים.

כמות האנרגיה הדרושה לאידוי 1 מול אתאנול היא 42.3 קילוג'אול.

כמות האנרגיה הדרושה לאידוי 0.022 מול אתאנול היא Q_1 קילוג'אול.

$$Q_1 = \frac{42.3 \cdot 0.022}{1} = 0.93 \text{ kJ}$$

כמות האנרגיה הדרושה לאידוי 1 מול 2-בוטאנול היא 49.6 קילוג'אול.

כמות האנרגיה הדרושה לאידוי 0.014 מול 2-בוטאנול היא Q_2 קילוג'אול.

$$Q_2 = \frac{49.6 \cdot 0.014}{1} = 0.69 \text{ kJ}$$

כמות האנרגיה הדרושה לאידוי 1 גרם אתאנול
גבוהה מכמות האנרגיה הדרושה לאידוי 1 גרם 2-בוטאנול.

ד. i מן הגרף אפשר להסיק:

1. אתאנול חומם מ- 25°C ל- 25.3°C , $\Delta T = 0.3^\circ\text{C}$.

2. כמות האנרגיה שנדרשה כדי להעלות 1 גרם אתאנול ב- 0.3°C היא 0.726 ג'אול.

נתון: $m = 1 \text{ gr}$.

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta T$$

$$0.726 = 1 \cdot c \cdot 0.3$$

$$c = 2.42 \text{ J/gr} \cdot ^\circ\text{C}$$

קיבול האנרגיה הסגולי של אתאנול הוא $2.42 \text{ J/gr} \cdot ^\circ\text{C}$.

ii על-פי הנתונים בגרף אפשר לראות שכמות האנרגיה הדרושה להעלות את הטמפרטורה של 2-

בוטאנול ב- 0.3°C גדולה מכמות האנרגיה הדרושה להעלות את הטמפרטורה של אתאנול

ב- 0.3°C . $x > 0.726 \text{ J}$.

על-פי הנוסחה $Q = m \cdot c \cdot \Delta T$ קיים יחס ישר בין כמות האנרגיה הדרושה לחימום החומר לבין

קיבול האנרגיה הסגולי של החומר.

לפיכך, קיבול החום הסגולי המתאים ל-2-בוטאנול גדול מקיבול החום הסגולי של אתאנול,

והוא $2.66 \text{ J/gr} \cdot ^\circ\text{C}$.

קיבול החום הסגולי המתאים ל-2-בוטאנול הוא $2.66 \text{ J/gr} \cdot ^\circ\text{C}$.

iii x מסמל את כמות האנרגיה הדרושה לחימום 1 גרם של 2-בוטאנול ב- 0.3°C .

$$c = 2.66 \text{ J / gr} \cdot ^{\circ}\text{C}$$

$$\Delta T = 0.3^{\circ}\text{C}$$

$$m = 1 \text{ gr}$$

$$x = m \cdot c \cdot \Delta T = 1 \cdot 2.66 \cdot 0.3 = 0.80 \text{ J}$$

כמות האנרגיה הדרושה לחימום 1 גרם 2-בוטאנול ב- 0.3°C היא 0.80 ג'אול.

שאלה 2 - אנרגטיקה ודינמיקה

- א. i ההיגד לא-נכון. במהלך התגובה נוצרים יוני H_3O^+ (aq). ריכוזם בתמיסה עולה. לכן בתום התגובה ה-pH של התמיסה קטן מ-7.
- ii ההיגד לא-נכון. התגובה אקסותרמית, אנרגיה עוברת מן המערכת אל הסביבה, לכן האנרגיה הפנימית של חלקיקי המערכת יורדת במהלך התגובה.
- iii ההיגד נכון. התגובה אקסותרמית, אנרגיה עוברת מן המערכת אל הסביבה. האנרגיה של חלקיקי הסביבה גדלה, פיזור האנרגיה בסביבה גדל והאנטרופיה של הסביבה עולה.
- iv ההיגד לא-נכון. האנטרופיה של המערכת יורדת במהלך התגובה. במהלך התגובה יש ירידה במספר המולים של הגז במערכת, מ-1 מול גז במגיבים ל-0 מול גז בתוצרים. למולקולות הגז יש אופני תנועה רבים יותר (מעתיק, סיבוב ותנודות) מאשר ליונים הנמצאים בתמיסה (סיבוב ותנודה בלבד). לכן לתוצרים אנטרופיה נמוכה מאנטרופיית המגיבים.
- ב. i בכלי I קיים מצב של שיווי-משקל. קצב התגובה הישירה שווה לקצב התגובה ההפוכה. אין שינוי במספר המולים של הגז בכלי, לכן אין שינוי במספר ההתנגשויות בדופן הכלי, והלחץ אינו משתנה.
- ii בתגובה הישירה נוצרים פחות מולים של גז. כאשר התגובה הישירה מתרחשת בקצב מהיר יותר מהתגובה הפוכה, יש ירידה בלחץ בכלי. על-פי הגרף, בכלי II הלחץ יורד עם הזמן, לכן קצב התגובה הישירה גבוה מקצב התגובה ההפוכה.
- ג. נרשום את הטמפרטורות הנתונות בסולם קלווין.

$$T_1 = 300^{\circ}\text{C} + 273 = 573 \text{ K}$$

$$T_2 = 300 \text{ K}$$

קצב התגובה ב- 573 K יהיה גדול מקצב התגובה ב- 300 K , כי בטמפרטורה גבוהה ליותר חלקיקים של המגיבים תהיה אנרגיה מספקת כדי ליצור תצמידים משופעלים. בנוסף לכך בטמפרטורה גבוהה

למולקולות אנרגיה קינטית ממוצעת גדולה יותר, הן נעות מהר יותר, יש יותר התנגשויות בין מגיבים ביחידת זמן והסיכוי להתנגשויות פוריות גדול יותר.

ד. i בתגובה (3) למגיבים אנטרופיה גדולה יותר מהאנטרופיה של התוצרים, לכן במהלך התגובה יש

ירידה באנטרופיה של המערכת, $\Delta S^\circ_{\text{מערכת}} < 0$.

במגיבים יש חומרים במצב צבירה גז ובמצב צבירה מוצק, ובתוצרים יש חומר במצב צבירה מוצק בלבד. למולקולות הגז יש אופני תנועה רבים יותר (מעתיק, סיבוב ותנודות) מאשר לחלקיקי המוצק (תנודה בלבד). כמו כן גז תופס נפח גדול יותר, ולכן פיזור החלקיקים והאנרגיה במגיבים גדול יותר מאשר בתוצרים.

ii לתגובה הנתונה $\Delta S^\circ_{\text{מערכת}} < 0$ ו- $\Delta S^\circ_{\text{יקום}} > 0$. התגובה מתרחשת בטמפרטורת החדר באופן ספונטני למרות הירידה באנטרופיה של המערכת, לכן האנטרופיה של הסביבה חייבת לעלות. כדי שאנטרופיית הסביבה תעלה חייבה צריכה לקבל אנרגיה מהמערכת. לכן תגובה (3) היא תגובה אקסותרמית.

$$\underbrace{\Delta S^\circ_{\text{יקום}}}_{\text{חיובי}} = \underbrace{\Delta S^\circ_{\text{מערכת}}}_{\text{שלילי}} + \underbrace{\Delta S^\circ_{\text{סביבה}}}_{?}$$

מכיוון ש- $\Delta S^\circ_{\text{יקום}}$ חיובי, ערכו של $\Delta S^\circ_{\text{סביבה}}$ צריך להיות חיובי.

$$\underbrace{\Delta S^\circ_{\text{סביבה}}}_{\text{חיובי}} = - \underbrace{\frac{\Delta H^\circ}{T}}_{\text{חיובי}}$$

מכיוון ש- $\Delta S^\circ_{\text{סביבה}}$ חיובי, וערכו של T חיובי תמיד, ערכו של ΔH° צריך להיות שלילי. לכן התגובה אקסותרמית.

$$\Delta S^\circ_{\text{סביבה}} = \Delta S^\circ_{\text{יקום}} - \Delta S^\circ_{\text{מערכת}} = 1,570 - (-562) = 2,132 \text{ J / K} \quad \text{iii}$$

$$T = 298 \text{ K}$$

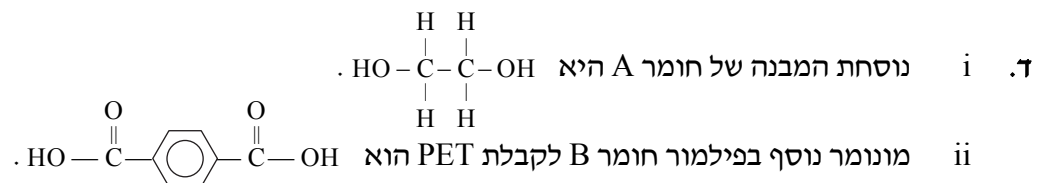
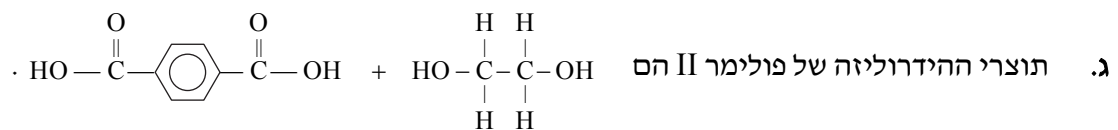
$$\Delta S^\circ_{\text{סביבה}} = - \frac{\Delta H^\circ}{T}$$

$$\Delta H^\circ = -2,132 \cdot 298 = -635,336 \text{ J} = -635.34 \text{ kJ}$$

שינוי האנתלפיה של המערכת הוא -635.34 קילוג'אול.

שאלה 5 - פולימרים

- א. i לפולימר II יש טבעות בנזן בשלד הפחמני. מבנה השלד קשיח ויש הפרעות רבות לפיתול האקראי.
- ii בשלד הפחמימני של פולימר I יש שרשרות $(CH_2)_4$. שרשרות אלה גמישות ואין הפרעה לפיתול האקראי.
- כאשר קיימות הפרעות רבות לפיתול, השרשרת פרושה יותר, והמרחק בין קצות השרשרת גדול יותר. לכן המרחק הממוצע בין קצות השרשרת של פולימר II גדול מהמרחק הממוצע בין קצות השרשרת של פולימר I.
- ii טמפרטורת ההתכה, T_m , תלויה בחוזק האינטראקציות בין השרשרות באזורים הגבישיים. טמפרטורת ההתכה של פולימר II גבוהה מטמפרטורת ההתכה של פולימר I, כי לפולימר II שרשרות פרושות יותר הנארזות באריזה צפופה, ואילו שרשרות פולימר I אינן פרושות ולא נארזות באריזה צפופה. לכן בין השרשרות של פולימר II פועלות אינטראקציות ון-דר-ולס חזקות יותר מאשר האינטראקציות בין שרשרות פולימר I.
- ב. T_g - טמפרטורה זגוגית. בטמפרטורה זו חלים שינויים באזורים אמורפיים בפולימר. ככל שחופש הפיתול של קטעי השרשרת באזורים האמורפיים גבוה יותר, תידרש פחות אנרגיה כדי שתתקיים תנועת פיתול ו- T_g יהיה נמוך יותר.
- לפולימר III יש עמוד שידרה קשיח יותר מלפולימר II, בגלל שביחידה החוזרת שלו יש שתי טבעות בנזן צמודות, ואילו ביחידה החוזרת של פולימר II יש טבעת בנזן אחת.
- ככל שעמוד השידרה קשיח יותר, יש הפרעות רבות יותר לפיתול האקראי ותידרש יותר אנרגיה כדי שתתקיים תנועת פיתול. לכן ה- T_g של פולימר III גבוה מה- T_g של פולימר II.

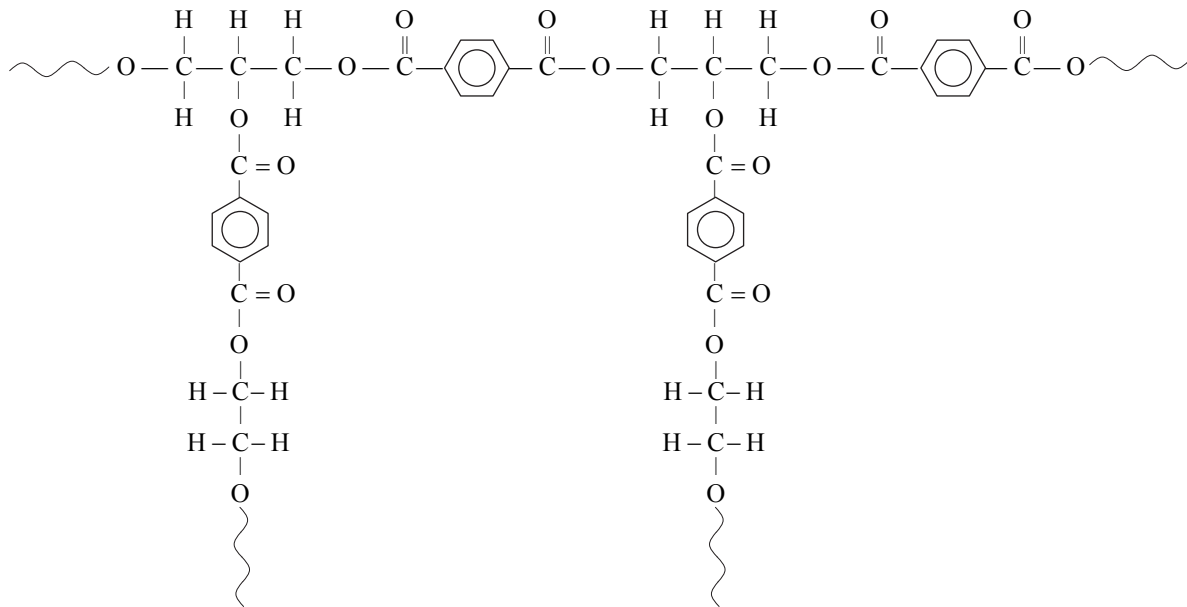


ה. i שלושה מאפייני מבנה של PET שבזכותם הוא מתאים לייצור סיבים :

1. שרשרות פרושות (בגלל קטע קשיח בעמוד השידרה).
2. אין קבוצות צד.
3. אינטראקציות חזקות בין השרשרות (בכל שרשרת קיימים דו-קטבים קבועים המחזקים את אינטראקציות ון-דר-ולס בין השרשרות).

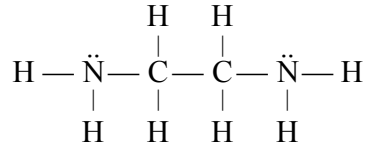
ii איור II מציג נכון את ההכוונה של האזורים הגבישיים בפולימר לאחר המתיחה, כי הוא מראה סידור של קטעי שרשרת בכיוון ציר האורך של הסיב, הגורם להגברת האינטראקציות בין השרשרות ולהגברת החוזק של הסיב בכיוון המתיחה.

1. קטע מפוליאסטר מוצלב:



שאלה 6 - פולימרים

- א. מולקולה A נוצרה בדחיסה כתוצאה מיצירת קשרים אמידיים בין הקבוצות הקרבוקסיליות של המולקולה המרכזית לבין קבוצות אמיניות במונומר x. נוסחת המבנה של מונומר x:



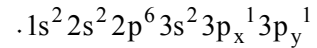
- ב. i. למולקולה A יש ארבע קבוצות אמיניות. אמין מגיב עם חומצה קרבוקסילית. לכן המונומר $\text{HOOC} - (\text{CH}_2)_3 - \text{COOH}$ מתאים להיות מונומר y שייקשר למולקולות A. למונומר זה שתי קבוצות קרבוקסיליות שיכולות להיקשר למונומר y בתגובת דחיסה.
- ii. כדי שיווצר פולימר בתהליך דחיסה יש צורך במונומר המכיל שתי קבוצות פונקציונליות לפחות. החומר $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_3\text{COOH}$ אינו מתאים להיות מונומר y, כי יש לו רק קבוצה פונקציונלית (קרבוקסילית) אחת שיכולה להגיב עם האמין. לכן לא ייווצר פולימר.
- ג. i. בין מולקולות A למונומר y נוצרים קשרים קוולנטיים - קשרים אמידיים.
- ii. תגובת דחיסה היא תגובה אטית עם אנרגיית שפעול גבוהה. הוספת זרז מאפשרת התרחשות התגובה דרך מסלול חלופי בו אנרגיית השפעול נמוכה יותר. כתוצאה מכך ליותר חלקיקים יש אנרגיה מספקת על מנת לעבור את המחסום האנרגטי שיש לתגובה, וקצב התגובה יגבר.
- ד. חומר A מגיב עם חומר y בתגובת דחיסה. בחומר A 4 קבוצות $-\text{NH}_2$, ובחומר y 2 קבוצות $-\text{COOH}$. לכן על כל 1 מול A יגיבו 2 מול מולקולות y. ייווצרו 4 מול H_2O ו-1 מול חומר חדש.

A + 2y → 4H ₂ O + חומר חדש							
1	:	2	:	4	:	1	יחס מולים
517		132		18		?	מסה מולרית (M _w)
gr/mol		gr/mol		gr/mol		gr/mol	

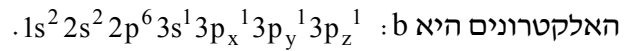
שאלה 7 - כימיה פיזיקלית

א. i לאטומי צורך 14 אלקטרונים, מתוכם 4 אלקטרוני ערכיות.

כאשר האלקטרונים נמצאים במצב היסוד, היערכות האלקטרונים נתונה ב- a:

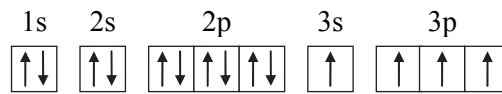


כאשר אלקטרון מעורר הוא עובר מאורביטל 3s לאורביטל 3p, אורביטל בו יש מקום, והיערכות



האפשרות b מתאימה לאטום צורך מעורר.

ii דיאגרמת אכלוס אלקטרונים עבור אטום צורך מעורר:



iii היערכות אלקטרונים ביון Si^{2+} במצב יסוד: $Si^{2+} : 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2$.

ב. i על-פי העיקרון הנתון, בכל אורביטל יש מקום לשלושה אלקטרונים.

בשורה הראשונה של המערכה המחזורית מתאכלס אורביטל 1s בלבד, לכן ליסוד הראשון בשורה הראשונה יהיה אלקטרון אחד בלבד, ליסוד השני שני אלקטרונים וליסוד השלישי שלושה אלקטרונים.

בשורה הראשונה של המערכה המחזורית יהיו על-פי העיקרון החדש שלושה יסודות.

ii בשורה השנייה של המערכה המחזורית נוספים 4 אורביטלים: $2s, 2p_x, 2p_y, 2p_z$.

בכל אורביטל יכולים להיות 3 אלקטרונים:



סך הכול נוספים עד 12 אלקטרונים שיכולים לאכלס את רמה 2.

לכל יסוד בשורה השנייה נוסף אלקטרון אחד ביחס ליסוד הקודם לו בשורה.

לכן בשורה השנייה יהיו 12 יסודות.

iii לאטום צורך 14 אלקטרונים. היערכות האלקטרונים תהיה $1s^3 2s^3 2p_x^3 2p_y^3 2p_z^2$.

iv במערכה המחזורית על-פי העיקרון החדש יש 12 טורים.

בהיערכות האלקטרונים של צורך יש 11 אלקטרוני ערכיות, לכן צורך יהיה בטור 11.

ג. על-פי גלגל הצבעים, אורך הגל היחיד המתאים לתחום האולטרה-סגול הוא 288nm.

$$E = \frac{hc}{\lambda} = \frac{6.63 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8}{288 \cdot 10^{-9}} = 6.9 \cdot 10^{-19} \text{ J}$$

ד. אנרגיית היינון הראשונה של צורן היא האנרגיה הדרושה להוצאת 1 מול אלקטרונים מ-1 מול אטומי צורן.

$$790 \text{ kJ} = 790,000 \text{ J}$$

האנרגיה הדרושה להוצאת $6.02 \cdot 10^{23}$ אלקטרונים היא 790,000 ג'אול.

האנרגיה הדרושה להוצאת 1 אלקטרון היא E ג'אול.

$$E = \frac{1 \cdot 790,000}{6.02 \cdot 10^{23}} = 1.31 \cdot 10^{-18} \text{ J}$$

$$E = h\nu$$

$$\nu = \frac{E}{h} = \frac{1.31 \cdot 10^{-18}}{6.63 \cdot 10^{-34}} = 1.98 \cdot 10^{15} \frac{1}{\text{sec}}$$

תדירות הקרינה הדרושה ליינון אטום צורן תהיה $1.98 \cdot 10^{15} \frac{1}{\text{sec}}$ או תדירות גבוהה יותר.

שאלה 8 - כימיה פיזיקלית

א. i טווח אורכי הגל של פוטונים של אור כחול הוא 492nm - 455nm.

$$E_{(455\text{nm})} = \frac{hc}{\lambda} = \frac{6.63 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{sec} \cdot 3 \cdot 10^8 \text{ m/sec}}{455 \cdot 10^{-9} \text{ m}} = 4.37 \cdot 10^{-19} \text{ J}$$

$$E_{(492\text{nm})} = \frac{hc}{\lambda} = \frac{6.63 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{sec} \cdot 3 \cdot 10^8 \text{ m/sec}}{492 \cdot 10^{-9} \text{ m}} = 4.04 \cdot 10^{-19} \text{ J}$$

טווח האנרגיה של הפוטונים הוא $4.37 \cdot 10^{-19} \text{ J} - 4.04 \cdot 10^{-19} \text{ J}$

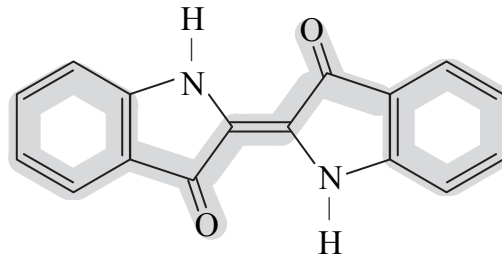
ii הקשר בין אורך גל לתדירות הוא $\nu = \frac{c}{\lambda}$.

אורכי הגל של הקרינה בתחום האולטרה-סגול קצרים מאורכי הגל של הקרינה בצבע כחול.

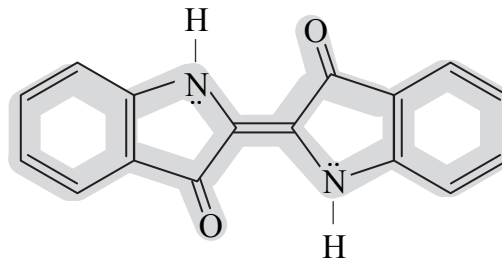
ככל שאורך הגל קצר יותר, התדירות גבוהה יותר.

לפיכך לקרינה בתחום אולטרה-סגול יש תדירות גבוהה מלקרינה בתחום האור הכחול.

ב. i סימון הכרומופור במולקולת האינדיגו :



גם זוגות האלקטרונים על אטומי החנקן יכולים להיות חלק מן הכרומופור, לכן אפשר לסמן את הכרומופור כך :



ii הקרינה המתפזרת מן החומר היא באורכי גל המתאימים לאדום, לכן, על-פי גלגל הצבעים, החומר בולע קרינה באורכי גל המתאימים לירוק.
 הקרינה המתפזרת מן האינדיגו היא באורכי גל המתאימים לכחול, לכן על-פי גלגל הצבעים החומר בולע קרינה באורכי גל המתאימים לכתום.
 אורכי הגל המתאימים לכתום ארוכים מאלו המתאימים לירוק ולכן הפער בין אורביטלי HOMO לאורביטלי LUMO עבור מולקולות האינדיגו קטן יותר מאשר עבור החומר האדום. ככל שמספר הקשרים הכפולים המצומדים במולקולה גדול יותר, הפער בין אורביטל HOMO לאורביטל LUMO קטן יותר.

למולקולות החומר האדום מספר קשרים כפולים מצומדים קטן יותר מלמולקולות האינדיגו.

ג. מולקולות האינדיגו בולעות קרינה בתחום הכתום.

מרב הבליעה בתחום הנראה בספקטרום הנתון הוא בערך ב- 620nm המתאים לכתום. אין נתונים לגבי הבליעה של מולקולות אינדיגו בתחום על-סגול, אך בליעה בתחום זה אינה משפיעה על צבע האינדיגו. לכן הספקטרום יכול להיות קטע מספקטרום הבליעה של אינדיגו.

ד. i מנורת ה-LED הנתונה פולטת אור כחול, לכן הקרינה תהיה באורך גל של 470nm.

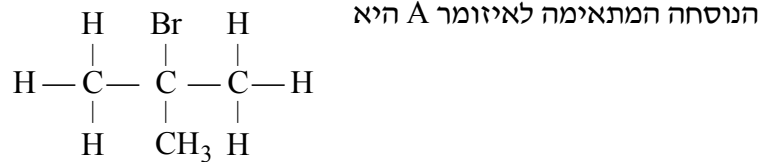
ii ניתוק הקשר I-I יתרחש כאשר אנרגיית הפוטונים תהיה גדולה או שווה לאנרגיית הקשר I-I (1.57eV).

נחשב את אנרגיית הפוטונים הנפלטים ממנורת ה-LED.

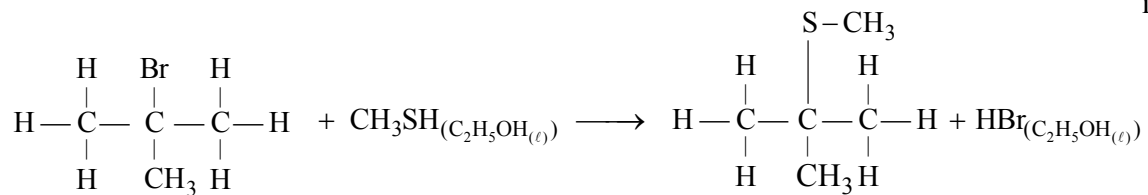
מנתונים אלה אפשר להסיק שהתגובה היא מסדר אפס עבור הנוקלאופיל, כלומר ריכוז הנוקלאופיל אינו משפיע על קצב התגובה. כאשר קצב התגובה תלוי רק בריכוז האלקיל הליד, התגובה היא מסדר ראשון.

התגובה מתרחשת במנגנון S_N1 .

ii התגובה מתרחשת במנגנון S_N1 . לכן איזומר A הוא אלקיל הליד שלישוני.



i .ד



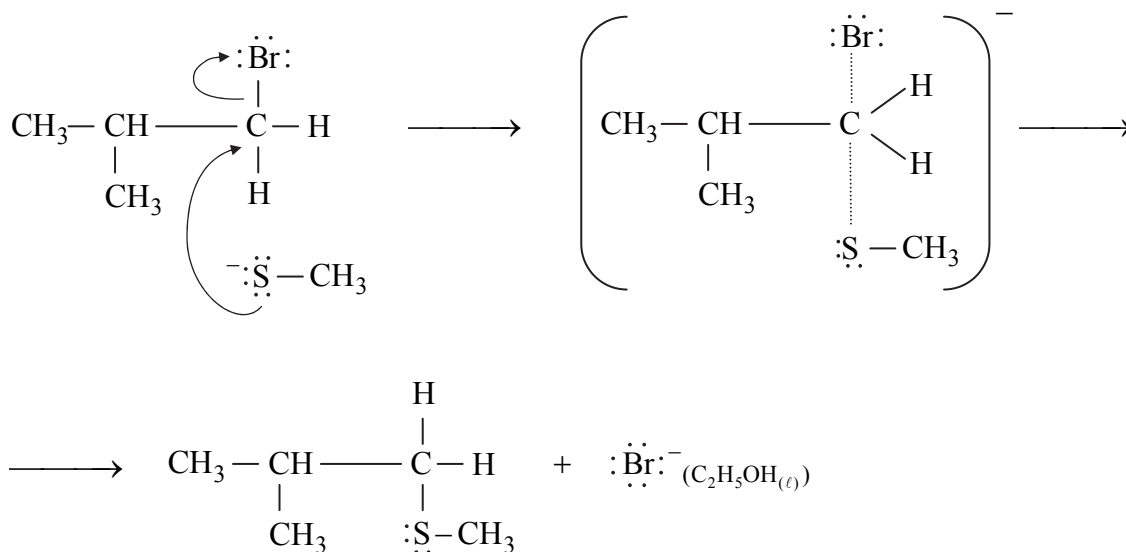
ii בניסוי (1) מתרחשת תגובה בין נוקלאופיל חזק לאלקיל הליד A במנגנון S_N1 .

בניסוי (4) התגובה היא בין אלקיל הליד שלישוני (A) לנוקלאופיל חזק מ- CH_3S^- . גם תגובה זו מתרחשת במנגנון S_N1 .

תגובה במנגנון S_N1 מתרחשת בשני שלבים. השלב הראשון, יצירת יון קרבוניום, הוא השלב האטי שקובע את קצב התגובה. השלב השני הוא שלב התקפת הנוקלאופיל. זהו השלב המהיר של התגובה, שאינו משפיע על קצב התגובה. מסיבה זו החלפת הנוקלאופיל בנוקלאופיל חזק יותר לא משפיעה על קצב התגובה.

קצב התגובה בניסוי (4) יהיה שווה לקצב התגובה בניסוי (3).

ה. i בניסוי (5) האלקיל הליד הוא ראשוני, הנוקלאופיל חזק והתגובה תתרחש במנגנון S_N2 .



ii איזומר B מגיב עם $\text{CH}_3\text{S}^- (\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}_{(l)})$ במנגנון S_N2 . במנגנון זה התגובה מתרחשת בשלב

אחד. הגרף המתאים הוא גרף II המראה את התקדמות התגובה בשלב אחד.

iii הנוקלאופיל $\text{CH}_3\text{SH} (\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}_{(l)})$ חלש מן הנוקלאופיל $\text{CH}_3\text{S}^- (\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}_{(l)})$.

בתגובת S_N2 הנוקלאופיל משפיע על קצב התגובה. לכן כאשר הנוקלאופיל חלש יותר, קצב התגובה יהיה נמוך יותר.

לתגובה של איזומר B עם $\text{CH}_3\text{SH} (\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}_{(l)})$ קצב התגובה נמוך יותר.

שאלה 10 - כימיה אורגנית מתקדמת

א. i

נוקלאופיל	מנגנון התגובה	התגובה	נוסחת החומר המגיב ושמו
b	S_N2	(1)	$CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-CHBr$
d	E2	(2)	1-ברומו פנטאן
a	S_N1	(3)	$ \begin{array}{c} CH_3 \\ \\ CH_3-CH_2-CH_2-C-CHBr \\ \\ Br \end{array} $
c	E2	(4)	2-ברומו-2-מתיל פנטאן

ii תגובה (1): האלקיל הליד הוא ראשוני. הנוקלאופיל CN^- (DMSO) חזק ואינו נפחי. הממס

DMSO לא ממסך את הנוקלאופיל ולכן לא מחליש אותו. תנאים אלו מתאימים לתגובה במנגנון S_N2 .

לתגובה (1) נבחר בנוקלאופיל b.

תגובה (2): האלקיל הליד ראשוני. תגובה עם אלקיל הליד ראשוני מתרחשת בדרך כלל במנגנון

S_N2 . כדי שאלקיל הליד ראשוני יגיב במנגנון E2 יש צורך בבסיס חזק ונפחי שיוצר הפרעה

מרחבית לתגובה על אטום פחמן α .

לתגובה (2) נבחר בנוקלאופיל d, שהוא בסיס חזק ונפחי שיגיב עם אטום מימן על פחמן β

בתגובת E2.

נסביר גם כיצד בחרנו בנוקלאופילים המתאימים לתגובות (3) ו-(4).

תגובה (3): אלקיל הליד שלישוני יגיב בתגובת S_N1 כאשר הממס פרוטי. הממס הפרוטי מייצב

את יון הקרבוניום שנוצר. לחוזק הנוקלאופיל אין חשיבות בתגובה במנגנון S_N1 ,

כי הנוקלאופיל לא משפיע על קצב התגובה.

לתגובה (3) נבחר בנוקלאופיל a.

תגובה (4): אלקיל הליד שלישוני יגיב בתגובת E2 כאשר הבסיס הוא חזק.

נתון ש- CH_3O^- ($CH_3OH_{(l)}$) הוא בסיס חזק.

לתגובה (4) נבחר בנוקלאופיל c.

i ב. תגובה (1) היא תגובה במנגנון S_N2 . במנגנון זה קצב התגובה תלוי בריכוז הנוקלאופיל.

לכן כאשר נגדיל את ריכוז הנוקלאופיל פי שניים יגדל קצב התגובה.

ii כאשר מחליפים את הקבוצה העוזבת ברום בניסוי (3) בקבוצה עוזבת כלור, מתקבלת קבוצה

עוזבת גרועה יותר. רדיוס האטום Cl קטן מרדיוס האטום Br ולכן הקשר $C-Cl$ חזק מן

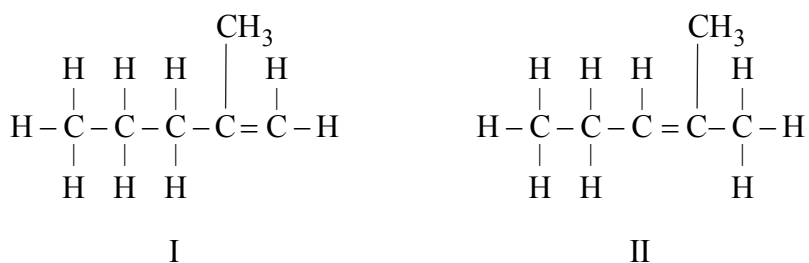
הקשר $C-Br$.

בניסוי (3) התגובה מתרחשת במנגנון S_N1 . במנגנון זה השלב הראשון, השלב האטי, הוא של

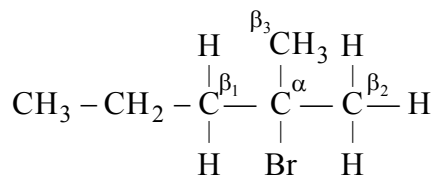
ניתוק הקבוצה העוזבת. כאשר הקבוצה העוזבת קשורה בקשר קוולנטי חזק יותר, היכולת שלה

להתנתק קטנה וקצב התגובה קטן.

i ג. האלקנים המתקבלים:



ii נסמן על מולקולת המגיב את אטום פחמן α ואת שלושת אטומי פחמן β .



תגובה (4) מתרחשת במנגנון $E2$. בתגובה (4) יכול להיווצר קשר כפול משני צדי אטום פחמן α ,

כי במנגנון זה אטום המימן נלקח על-ידי הבסיס מאטום פחמן β .

הבסיס CH_3O^- יכול להתקיף את אטום המימן על אטום פחמן β_1 . במקרה זה יתקבל התוצר

.II

הבסיס CH_3O^- יכול להתקיף את אטום המימן על אטום פחמן β_2 או על אטום פחמן β_3 .

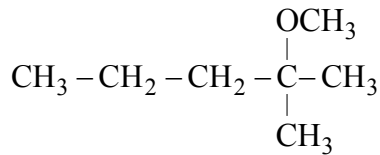
I. במקרים אלו יתקבל התוצר

iii לתגובת אלימינציה אנרגיית שפעול גבוהה ולכן כדאי לבצע את התגובה בטמפרטורה של $50^\circ C$.

בטמפרטורה זו יש למולקולות אנרגיה קינטית ממוצעת גבוהה יותר, ייווצרו יותר תצמידים

משופעלים וקצב התגובה יהיה מהיר יותר.

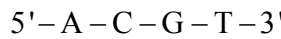
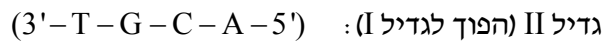
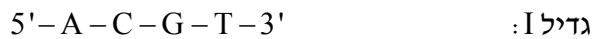
בטמפרטורה $25^\circ C$ תתרחש התגובה בעיקר במנגנון S_N1 שלו אנרגיית שפעול נמוכה יותר.



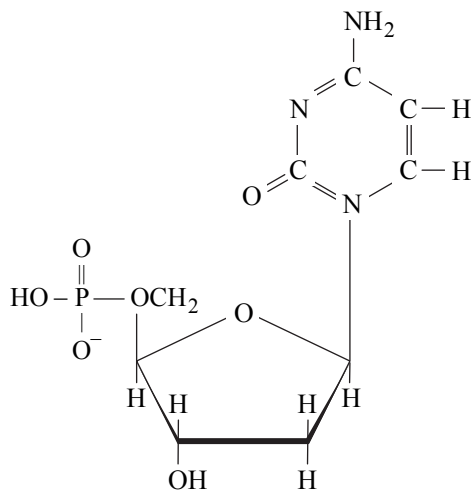
ד. מתאנול הוא בסיס חלש ונוקלאופיל חלש ולכן לא תתרחש תגובת אלימינציה. התגובה שתתרחש היא תגובת התמרה במנגנון S_N1 . התוצר שיתקבל:

שאלה 11 - כימיה של חלבונים וחומצות גרעין

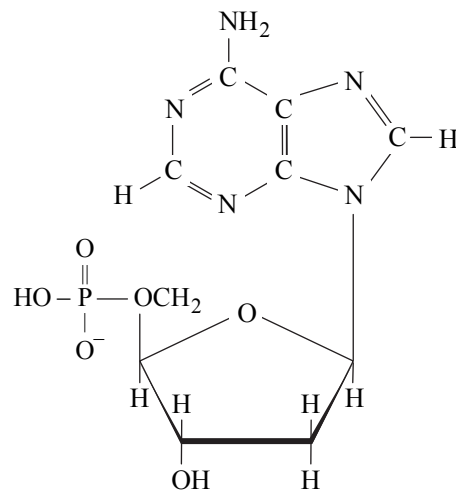
א. i. נזהה את קצוות כל גדיל לפי קבוצת זרחה על 5C' וקבוצת -OH על 3C'.
 נזהה את הנוקלאוטידים בעזרת רשימת הנוקלאוטידים ונוסחאות המבנה הנתונות.



ii



נוקלאוטיד של ציטוזין



נוקלאוטיד של אדנין

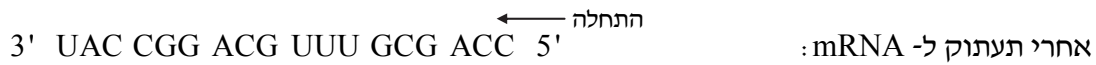
ב. i. פגיעה מסוג (1) היא חיתוך הגדיל על-ידי פירוק חלק מהקשרים הפוספו-אסטריים.

ii פגיעה מסוג (2), בה נוצרים קשרים קוולנטיים בין בסיסים של נוקלאוטידים סמוכים באחד

מגדילי ה-DNA, משפיעה על היווצרות קשרי מימן בין הבסיסים הסמוכים משני גדילים הפוכים ופוגעת באינטראקציות ון-דר-ולס בין בסיסים סמוכים מאותו הגדיל. כתוצאה מכך הסליל מתעוות ונפתח באזור בו הייתה פגיעה מסוג (2).

i ג.

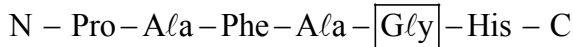
לפני פגיעה מסוג (3) רצף הנוקלאוטידים באזור המקודד לחלבון הוא



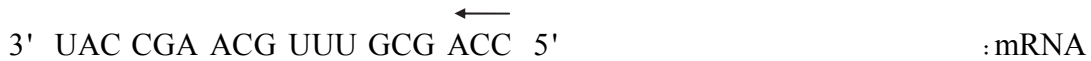
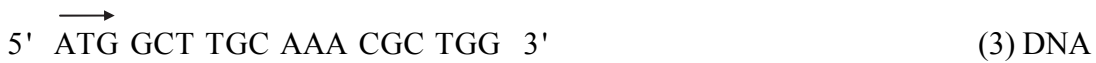
נעתיק את ה- mRNA כך שקצה 5' יהיה משמאל:



ניעזר בטבלת הקודונים ונמצא מהו רצף החומצות האמיניות בקטע הנתון:



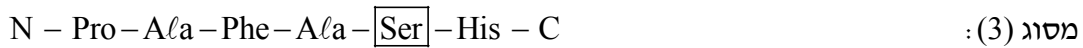
נבדוק מהו רצף החומצות האמיניות אחרי פגיעה מסוג (3):



נעתיק את ה- mRNA כך שקצה 5' יהיה משמאל:



ניעזר בטבלת הקודונים ונמצא מהו רצף החומצות האמיניות בקטע הנתון אחרי פגיעה

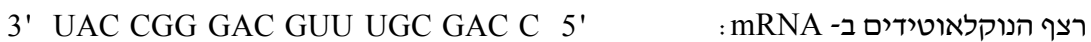
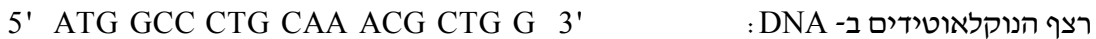


אחרי פגיעה מסוג (3) תשתנה החומצה האמינית החמישית ברצף.

ii לפני פגיעה מסוג (4) רצף הנוקלאוטידים המקודד לחלבון הוא:



אחרי הפגיעה מסוג (4):

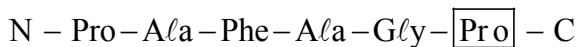


נעתיק את ה- mRNA כך שקצה 5' יהיה משמאל:



ניעזר בטבלת הקודונים ונמצא מהו רצף החומצות האמיניות בקטע הנתון אחרי פגיעה מסוג

(4).



אחרי פגיעה מסוג (4) תשתנה החומצה האמינית השישית ברצף.

- ד. i מולקולות היסטוניים הן בעלות מטען חיובי, בשל שיירים רבים של Lys ו-Arg.
 מולקולות DNA הן בעלות מטען שלילי, בשל קבוצות זרחה טעונות שלילית.
 בין מולקולות ההיסטוניים לבין מולקולות DNA קיימים קשרים יוניים.
- ii תמיסת $\text{NaCl}_{(aq)}$ מכילה יונים חיוביים של $\text{Na}^+_{(aq)}$ ויונים שליליים של $\text{Cl}^-_{(aq)}$. יונים אלה מתחרים על הקשרים היוניים שבין מולקולות DNA ומולקולות ההיסטוניים, מחלישים אותם ומפרידים בין מולקולות ה-DNA לחלבון ההיסטוני.

שאלה 12 - כימיה של חלבונים וחומצות גרעין

- א. i תהליך התעתוק נקרא תעתוק הפוך, כיוון שבדרך כלל מועתק קטע מ-DNA שמהווה חומר תורשתי למולקולות RNA. במקרה זה החומר התורשתי של נגיף איידס הוא RNA שמשמש לבניית DNA דו-גדילי.
- ii קטע RNA של הנגיף שחודר לתא: $5' \text{CCU CGA CCU CUU GCC} 3'$
 קטע DNA שנוצר בתעתוק הפוך: $3' \text{GGA GCT GGA GAA CGG} 5'$
 הגדיל המשלים של DNA: $5' \text{CCT CGA CCT CTT GCC} 3'$
- ב. i כל גדיל DNA שנוצר בתעתוק הפוך נקשר בקשר פוספואסטרי לגדיל DNA של התא ונוצר DNA משולב.
- ii רצף חומצות אמיניות שקטע ה-RNA הנתון מקודד הוא Pro – Arg – Pr o – Leu – Ala.
- ג. 1. חדירת ה-RNA של הנגיף לתא.
 2. תעתוק הפוך.
 3. היווצרות ה-DNA המשולב.
 4. תעתוק רגיל.
 5. תרגום.

ד. חומצה אמינית: $M_W = 110 \text{ gr / mol}$.

חלבון של נגיף איידס: $M_W = 55,000 \text{ gr / mol}$.

$$\frac{55,000}{110} = 500 \text{ מספר החומצות האמיניות בחלבון שווה ל-}$$

לכל חומצה קודון שמורכב משלושה נוקלאוטידים, לכן מספר הנוקלאוטידים בקטע ה-DNA

$$\text{שמקודד לחלבון שווה } 3 \cdot 500 = 1,500.$$

אורך הקטע של ה-DNA המקודד את החלבון יהיה שווה

$$\text{מרחק ממוצע בין מרכזי נוקלאוטידים שכנים} \cdot \text{מספר הנוקלאוטידים} = 3.4 \cdot 10^{-10} \cdot 1,500 = 51 \cdot 10^{-8} \text{ m}$$

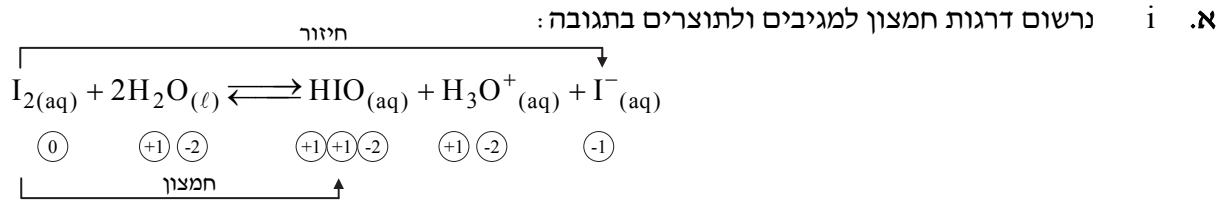
ה. i לכל חומצה אמינית חוץ ממתיונין מספר קודונים הנבדלים בנוקלאוטיד האחרון.

לכל קודון מתאימה מולקולת tRNA לפי האנטיקודון. לכן מספר מולקולות tRNA שמובילות חומצות אמיניות לריבזום גדול ממספר הסוגים של חומצות אמיניות בסך כל החלבונים המרכיבים תא חי.

ii לכל חומצה אמינית כמה קודונים שמועתקים מקטע DNA הנבדלים בנוקלאוטיד אחד בלבד.

לכן יש כמה רצפים מתאימים שמקודדים לאותו חלבון, ולא כל שינוי ברצף הנוקלאוטידים בגדיל ה-DNA מביא לשינוי ברצף של חומצות אמיניות במולקולת חלבון.

שאלה 13 - כימיה של הסביבה



בתגובה הנתונה יש שינוי בדרגות החמצון של אטומי היוד.

התגובה עליה מבוסס הטיהור של המים באמצעות יוד היא תגובת חמצון-חיזור.

ii. כדי לטהר מים בשטח אפשר להרתיח את המים.

ב. משך החיטוי מתקצר בטמפרטורות גבוהות. ככל שהטמפרטורה גבוהה יותר, מולקולות המים נעות

מהר יותר. יש יותר התנגשויות ביחידת זמן בין מולקולות המים לבין מולקולות היוד, נוצרים יותר

תצמידים משופעלים וקצב יצירת $\text{HIO}_{(\text{aq})}$ מהיר יותר.

החומצה $\text{HIO}_{(\text{aq})}$ קוטלת את החיידקים, ולכן כאשר קצב יצירתה מהיר יותר, משך החיטוי מתקצר.

ג. i. נחשב כמה טבליות יש להוסיף ל- 20 ליטר מים ב- 25°C .

ל- 1 ליטר מים מוסיפים 1.5 טבליות.

ל- 20 ליטר מים מוסיפים x טבליות.

$$x = 1.5 \cdot 20 = 30 \text{ טבליות}$$

נחשב כמה גרם יוד יש בכל הטבליות שהוספו.

ב- 1 טבליה יש 0.008 גרם יוד.

ב- 30 טבליות יש m גרם יוד.

$$m = 30 \cdot 0.008 = 0.24 \text{ gr}$$

נחשב כמה מול של היוד הוסיפו המטיילים למים.

$$n = \frac{m}{M_W} = \frac{0.24}{254} = 9.5 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$$

המטיילים הוסיפו ל- 20 ליטר מים $9.5 \cdot 10^{-4}$ מול יוד, $\text{I}_{2(\text{aq})}$.

ii נחשב כמה גרם ויטמין C הוספו לתמיסה.

$C_6H_8O_6(aq) + I_2(aq) + 2H_2O(l) \longrightarrow C_6H_6O_6(aq) + 2I^-_{(aq)} + 2H_3O^+_{(aq)}$						
1	: 1	: 2	: 1	: 2	: 2	יחס מולים
$9.5 \cdot 10^{-4}$	\leftarrow	$9.5 \cdot 10^{-4}$				מספר מולים (n)
mol		mol				
176gr/mol						מסה מולרית (M_w)
∇ 0.166gr						מסה (m)

נחשב כמה טבליות הוספו לתמיסה כדי להיפטר מהטעם של היוד.

ב- 1 טבליה יש 0.05 גרם ויטמין C.

ב- x טבליות יש 0.166 גרם ויטמין C.

$$x = \frac{0.166}{0.05} = 3.31 \text{ טבליות}$$

כדי להיפטר מהטעם של היוד יש צורך ב- 3.31 טבליות.

4 טבליות ויטמין C הוכנסו לתוך המים.

i. ד. הקשר בין אנרגיית הפוטון לבין אורך הגל שלו הוא $E = \frac{hc}{\lambda}$

ככל שאורך הגל של הפוטון ארוך יותר, האנרגיה שלו קטנה.

לפוטון A אורך גל קצר מלפוטון B, לכן לפוטון A יש אנרגיה גבוהה יותר מלפוטון B.

$$\lambda = 3 \text{ micron} = 3 \cdot 10^{-6} \text{ m} \quad \text{ii}$$

$$E = \frac{hc}{\lambda} = \frac{6.63 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{sec} \cdot 3 \cdot 10^8 \text{ m/sec}}{3 \cdot 10^{-6} \text{ m}} = 6.63 \cdot 10^{-20} \text{ J}$$

iii נחשב את אורך הגל המתאים לתדירות הנתונה.

$$\lambda = \frac{c}{\nu} = \frac{3 \cdot 10^8 \frac{\text{m}}{\text{sec}}}{5.4 \cdot 10^{14} \frac{1}{\text{sec}}} = 0.56 \cdot 10^{-6} \text{ m} = 0.56 \text{ micron}$$

אורך גל זה אינו נמצא בספקטרום הנתון של מולקולות המים, לפיכך $H_2O(g)$ לא בולע באורך

גל של 0.56 מיקרון.

שאלה 14 - כימיה של הסביבה

- א. בניסוי זה המנורה מדמה את השמש והדיסקיות השחורות מדמות את האדמה. הדיסקיות בולעות את קרינת השמש ופולטות קרינה אינפרה-אדומה. $\text{CO}_2(\text{g})$ הוא גז חממה שקולט את קרינת ה-IR הנפלטת מן הדיסקיות. $\text{CO}_2(\text{g})$ נשאר בסביבת הכוס כי הוא כבד מן האוויר ולכן לא מתפזר במהירות בין המולקולות שבאוויר מחוץ לכלי. טמפרטורת הגז בכוס עולה, ונמנע מעבר אנרגיה אל האוויר שמחוץ לכלי, המייצג את האטמוספירה סביב כדור הארץ.
- ב. i מתאן הוא גז חממה הבולע קרינת IR. מתאן הוא גז קל מן האוויר. כאשר נזרים מתאן דרך הצינורית, הוא יעלה במהירות מקרקעית הכוס אל האוויר שסביב לכוס, ולכן לא יספיק לקלוט את האנרגיה שנפלטת מן הדיסקיות. האוויר שבכלי II יהיה דומה בהרכבו לאוויר שבכלי I, וטמפרטורת הגזים בשני הכלים תהיה שווה.
- ii בניסוי שנעשה נסגור את שני הכלים במכסה זכוכית שקוף, כך שהגז לא יוכל להתנדף. נזרים את המתאן לתוך כלי סגור II. הכלי יכיל מתאן ואוויר. נמדוד את הלחץ בכלי II. לכלי סגור I נזרים אוויר עד שהלחץ בכלי I יהיה שווה ללחץ בכלי II. נקרין את שני הכלים הסגורים בעזרת מנורה. המתאן בכלי II יבלע יותר קרינה אינפרה-אדומה מהאוויר ולכן הטמפרטורה בכלי II תעלה יותר.
- iii העירור הוא עירור ויברציוני. האנרגיה של פוטון באורכי גל המתאימים ל-IR לא מספיקה לעירור אלקטרוני.
- ג. "החלון האטמוספרי האינפרה-אדום" הוא תחום אורכי הגל בו מולקולות $\text{CO}_2(\text{g})$ ומולקולות $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ לא בולעות קרינת IR.
- ד. התגובות שיתרחשו:
- תגובת שיקוע של יוני $\text{Ag}^+(\text{aq})$ עם יוני $\text{I}^-(\text{aq})$
- $$\text{Ag}^+(\text{aq}) + \text{I}^-(\text{aq}) \longrightarrow \text{AgI}(\text{s})$$
- תגובת השיקוע של עודף יוני $\text{Ag}^+(\text{aq})$
- $$\text{Ag}^+(\text{aq}) + \text{SCN}^-(\text{aq}) \longrightarrow \text{AgSCN}(\text{s})$$
- תגובת האינדיקטור
- $$\text{Fe}^{3+}(\text{aq}) + \text{SCN}^-(\text{aq}) \longrightarrow \text{FeSCN}^{2+}(\text{aq})$$

ה. נחשב כמה מול יוני $\text{Ag}^+_{(\text{aq})}$ (n) הוכנסו לתמיסה:

$\text{AgNO}_{3(\text{s})} \longrightarrow \text{Ag}^+_{(\text{aq})} + \text{NO}_3^-_{(\text{aq})}$	
1 : 1 : 1	יחס מולים
10^{-4} M	ריכוז (C)
0.02 liter	נפח תמיסה (V)
$2 \cdot 10^{-6} \text{ mol} \rightarrow 2 \cdot 10^{-6} \text{ mol}$	מספר מולים (n)

הוכנסו לתמיסה $2 \cdot 10^{-6}$ מול יוני $\text{Ag}^+_{(\text{aq})}$. $n = 2 \cdot 10^{-6} \text{ mol}$

נחשב כמה מול יוני $\text{Ag}^+_{(\text{aq})}$ (n_2) הגיבו עם יוני $\text{SCN}^-_{(\text{aq})}$ ליצירת $\text{AgSCN}_{(\text{s})}$.

$\text{Ag}^+_{(\text{aq})} + \text{SCN}^-_{(\text{aq})} \longrightarrow \text{AgSCN}_{(\text{s})}$	
1 : 1 : 1	יחס מולים
$5 \cdot 10^{-4} \text{ M}$	ריכוז (C)
0.003 liter	נפח תמיסה (V)
$1.5 \cdot 10^{-6} \text{ mol} \leftarrow 1.5 \cdot 10^{-6} \text{ mol}$	מספר מולים (n)

הגיבו $1.5 \cdot 10^{-6}$ מול יוני $\text{Ag}^+_{(\text{aq})}$ שהיו בעודף. $n_2 = 1.5 \cdot 10^{-6} \text{ mol}$

נמצא כמה מול יוני $\text{Ag}^+_{(\text{aq})}$ (n_1) הגיבו בתגובת השיקוע ליצירת $\text{AgI}_{(\text{s})}$.

$$n_1 = n - n_2 = 2 \cdot 10^{-6} - 1.5 \cdot 10^{-6} = 0.5 \cdot 10^{-6} \text{ mol}$$

בתגובת השיקוע הגיבו $0.5 \cdot 10^{-6}$ מול יוני $\text{Ag}^+_{(\text{aq})}$. $n_1 = 0.5 \cdot 10^{-6} \text{ mol}$

על-פי יחס המולים בתגובת השיקוע נקבע כמה מול יוני $\text{I}^-_{(\text{aq})}$ הגיבו בתגובת השיקוע.

$\text{Ag}^+_{(\text{aq})} + \text{I}^-_{(\text{aq})} \longrightarrow \text{AgI}_{(\text{s})}$	
1 : 1 : 1	יחס מולים
$0.5 \cdot 10^{-6} \text{ mol} \rightarrow 0.5 \cdot 10^{-6} \text{ mol}$	מספר מולים (n)

בתגובת השיקוע הגיבו $0.5 \cdot 10^{-6}$ מול יוני $\text{I}^-_{(\text{aq})}$.

נחשב כמה מיליגרם $I^-_{(aq)}$ היו במים לפני השיקוע.

$$m_{I^-} = n \cdot M_W = 0.5 \cdot 10^{-6} \cdot 127 = 0.635 \cdot 10^{-4} \text{ gr} = 6.35 \text{ mg}$$

ניעזר בערך משולש ונחשב כמה מיליגרם יוני $I^-_{(aq)}$ יש ב- 1,000 מיליליטר תמיסה.

ב- 50 מיליליטר תמיסה יש 6.35 מיליגרם $I^-_{(aq)}$.

ב- 1,000 מיליליטר תמיסה יש x מיליגרם $I^-_{(aq)}$.

$$x = \frac{1,000 \cdot 6.35}{50} = 1.27 \text{ mg}$$

1ppm שווה ל- 1 מיליגרם מומס ב- 1 ליטר תמיסה.

ב- 1 ליטר מים יש 1.27 מיליגרם יוני $I^-_{(aq)}$.

ריכוז יוני $I^-_{(aq)}$ במים הוא 1.27ppm.

שאלה 15 - פרקים בתרמודינמיקה שלב שני

א. i כאשר הלחץ קבוע, מעבר האנרגיה בין המערכת לסביבה הוא בצורת חום ועבודה.

ii על-פי החוק הראשון של התרמודינמיקה, $\Delta U = q + W$ שלילי חיובי

העבודה מתבצעת בנגד לחץ חיצוני. אנרגיה עוברת מן המערכת אל הסביבה, $W < 0$.

נתון ש- $\Delta U > 0$. האנרגיה הפנימית גדלה במהלך התגובה, לכן חום יועבר מן הסביבה אל

המערכת, $q < 0$.

ב. i נחשב כמה אנרגיה הועברה בצורת עבודה.

בתגובה זו מכל 2 מול מגיבים נוצרים 4 מול תוצרים, לכן $\Delta n = 2$.

$$W = -RT\Delta n = -8.31 \cdot 473 \cdot 2 = -7,861.26 \text{ J}$$

נחשב את אנתלפיית התגובה.

$$\Delta U = n\Delta H^\circ + W$$

$$\Delta H^\circ = \Delta U - W = 41,740 + 7,861.26 = 49,601 \text{ J} = 49.6 \text{ kJ}$$

ערך ΔH° לתגובה הוא 49.6 קילוג'אול.

$$\Delta H^\circ = \sum n \cdot \Delta H^\circ_f \text{ תוצרים} - \sum n \cdot \Delta H^\circ_f \text{ מגיבים} = \Delta H^\circ_f(\text{CO}_2(\text{g})) - \Delta H^\circ_f(\text{CH}_3\text{OH}(\text{g})) - \Delta H^\circ_f(\text{H}_2\text{O}(\text{g})) \quad \text{ii}$$

$$49.6 = -393.5 + 241.8 - \Delta H^\circ_f(\text{CH}_3\text{OH}(\text{g}))$$

$$\Delta H^\circ_f(\text{CH}_3\text{OH}(\text{g})) = -39.6 - 393.5 + 241.8 = -201.3 \text{ kJ/mol}$$

אנתלפיית ההתהוות התקנית של $\text{CH}_3\text{OH}(\text{g})$ היא -201.3 קילוגאול למול.

ג. i כאשר התגובה מבוצעת בנפח קבוע, מועברת אנרגיה בצורת חום בלבד ($W = 0$).

$$\Delta U^\circ = q = 41.74 \text{ kJ}$$

כמות האנרגיה העוברת מהסביבה למערכת בצורת חום היא 41.74 קילוגאול.

ii האנרגיה עוברת מהסביבה למערכת, לכן יש ירידה באנטרופיה של הסביבה.

$$\Delta S^\circ_{\text{סביבה}} = -\frac{q_{\text{rev}}}{T} = -\frac{41.74 \cdot 1,000}{473} = -88.21 \text{ J/k}$$

השינוי באנטרופיה של הסביבה הוא -88.21 J/K .

ד. נתון: $V = 0.5 \text{ liter}$

$$T = 473 \text{ K}$$

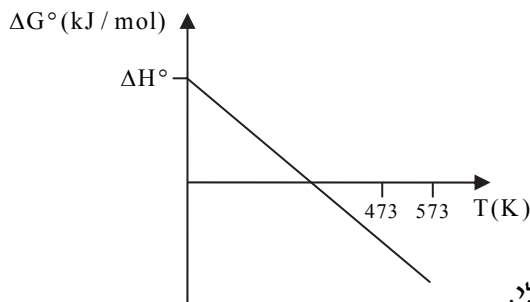
$$n(\text{CH}_3\text{OH}(\text{g})) = 0.005 \text{ mol}$$

התגובה התרחשה עד תום. לפי יחס המולים בתגובה, מספר המולים של תוצרים גזיים גדול ממספר המולים של $\text{CH}_3\text{OH}(\text{g})$ פי ארבעה, לכן בסוף התגובה מספר המולים של הגז בכלי הוא

$$0.005 \cdot 4 = 0.02 \text{ mol}$$

$$P = \frac{nRT}{V} = \frac{0.02 \cdot 0.082 \cdot 473}{0.5} = 1.55 \text{ atm} \quad \text{נחשב את הלחץ בכלי בסוף התגובה:}$$

הלחץ בכלי בתום התגובה הוא 1.55 אטמוספרות.



ה. נסרטט גרף סכמתי של ΔG° כנגד T .

ΔH° הוא נקודת החיתוך עם ציר ΔG° ($T = 0$).

על-פי החישוב בתת-סעיף ב', $\Delta H^\circ > 0$.

$-\Delta S^\circ$ הוא שיפוע הגרף.

$\Delta S^\circ > 0$, מכיוון שמספר המולים של גז בתוצרים

גדול ממספר המולים של גז במגיבים. מכאן ששיפוע הגרף שלילי.

על-פי הגרף, ככל שהטמפרטורה גבוהה יותר, ΔG° שלילי יותר.

הערך המתאים ל- ΔG° ב- 573 K הוא -51.6 קילוגאול.

אפשרות נוספת לפתרון בעזרת חישוב:

נחשב את ΔS° עבור התגובה.

$$\Delta G^\circ = \Delta H^\circ - T\Delta S^\circ$$

כאשר הטמפרטורה היא 473K, $\Delta G^\circ = -33.98 \text{ kJ}$.

$$-33.98 = 49.6 - 473 \cdot \Delta S^\circ$$

$$\Delta S^\circ = 0.1767 \text{ kJ/K}$$

נחשב את ΔG° ב- 573K.

$$\Delta G^\circ = \Delta H^\circ - T\Delta S^\circ$$

$$\Delta G^\circ_{(573\text{K})} = -49.6 - 573 \cdot 0.1767 = -51.6 \text{ kJ}$$

הערך המתאים ל- ΔG° ב- 573K הוא -51.6 קילוג'אול.

שאלה 16 - אנרגטיקה ודינמיקה שלב שני

א. i לתגובה הנתונה $\Delta H^\circ < 0$. ΔH° הוא נקודת החיתוך עם ציר ΔG° ($T = 0$).

$-\Delta S^\circ$ הוא שיפוע הגרף. $\Delta S^\circ \cong 0$, מכיוון שמספר המולים של הגז בתוצרים שווה למספר המולים של הגז במגיבים. מכאן שהשיפוע של הגרף קטן מאוד.

הגרף המתאים הוא גרף III.

ii נתון: $\Delta G^\circ_{298\text{K}} = -221.7 \text{ kJ}$

$$\Delta H^\circ = -225.8 \text{ kJ}$$

נחשב את מערכת ΔS° .

$$\Delta G^\circ = \Delta H^\circ - T\Delta S^\circ$$

$$\Delta S^\circ_{\text{מערכת}} = \frac{\Delta H^\circ - \Delta G^\circ}{T} \cdot 1,000 = \frac{-225.8 - (-221.7)}{298} \cdot 1,000 = -13.76 \text{ J/K}$$

ב. i ההיגד נכון. כל התגובות מגיעות למצב של שיווי-משקל בכל טמפרטורה.

בכל טמפרטורה קיים הרכב מערכת עבורו $\Delta G = 0$, ולכן $\Delta G^\circ = -RT \ln k$.

ii ההיגד נכון. נחשב את K עבור בתגובה ב- 298K.

$$\Delta G^\circ = -RT \ln K$$

$$-221,700 = -8.31 \cdot 298 \cdot \ln K$$

$$\ln K = 89.5$$

$$K = 7.4 \cdot 10^{38}$$

ערך K גדול מאוד ($K \gg 1$). המערכת מכילה בעיקר תוצרים ומעט מאוד מגיבים.

אפשרות נוספת לפתרון:

ב- 298K יש ירידה גדולה מאוד באנרגיה החופשית התקנית של המערכת $(\Delta G^\circ_{298K} = -221.7 \text{ kJ})$. התגובה הישירה מועדפת תרמודינמית, ולכן המערכת מכילה בעיקר תוצרים ומעט מאוד מגיבים.

ג. i על-פי נתוני הניסויים (1) ו-(2) שבטבלה, הגדלת ריכוז $\text{CO}_{(g)}$ פי שניים $\left(\frac{3.2 \cdot 10^{-2}}{1.6 \cdot 10^{-2}} = 2\right)$

לא הגדילה את קצב התגובה. לפיכך התגובה היא מסדר אפס עבור $\text{CO}_{(g)}$.

על-פי נתוני הניסויים (2) ו-(3) שבטבלה, הגדלת ריכוז $\text{NO}_{2(g)}$ פי 3 $\left(\frac{1.5 \cdot 10^{-3}}{5 \cdot 10^{-4}} = 3\right)$ הגדילה את קצב התגובה פי 9 $\left(\frac{1.53 \cdot 10^{-6}}{1.7 \cdot 10^{-7}} = 9\right)$. לפיכך התגובה היא מסדר שני עבור $\text{NO}_{2(g)}$.

ii משוואת הקצב: $k[\text{NO}_2]^2 = \text{קצב התגובה}$.

iii נשתמש במשוואת הקצב ובנתונים של ניסוי (2) כדי לחשב את קבוע הקצב k.

$$1.7 \cdot 10^{-7} \frac{\text{mol}}{\text{liter} \cdot \text{min}} = k \cdot (5 \cdot 10^{-4})^2 \frac{\text{mol}^2}{\text{liter}^2}$$

$$k = \frac{1.7 \cdot 10^{-7} \frac{\text{mol}}{\text{liter} \cdot \text{min}}}{25 \cdot 10^{-8} \frac{\text{mol}^2}{\text{liter}^2}} = 0.68 \frac{\text{liter}}{\text{mol} \cdot \text{min}}$$

קבוע הקצב לתגובה הוא $0.68 \text{ liter} / \text{mol} \cdot \text{min}$

iv נשתמש במשוואת הקצב, בנתונים של ניסוי (4) ובקבוע הקצב שחישבנו כדי לחשב את X.

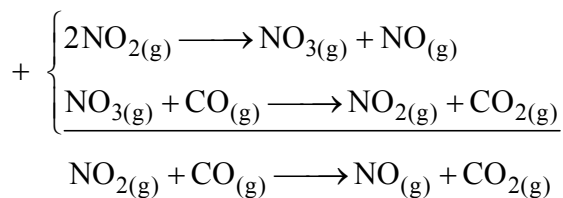
$$X = k[\text{NO}_2]^2$$

$$X = 0.68 \cdot (2 \cdot 10^{-3})^2 = 2.72 \cdot 10^{-6} \text{ mol} / \text{liter} \cdot \text{min}$$

קצב התגובה ההתחלתי בניסוי (4), X, הוא $2.72 \cdot 10^{-6} \text{ mol} / \text{liter} \cdot \text{min}$

ד. המנגנון הנתון תואם את המידע על הניסויים כי...

1. על-פי משוואת הקצב, קצב התגובה תלוי בריכוז $\text{NO}_{2(g)}$ בלבד ובשלב האטי המגיב $\text{NO}_{2(g)}$ הוא המגיב היחיד. בשלב האטי מגיבים על-פי ניסוח התגובה 2 מול $\text{NO}_{2(g)}$, ולכן קצב התגובה תלוי בריכוז $\text{NO}_{2(g)}$ בחזקת 2.
2. החיבור של שני השלבים במנגנון התגובה נותן את ניסוח התגובה.



שאלה 17 - מיומנויות בנושאי מעבדות חקר

א. נחשב כמה מול יוני $\text{SCN}^-_{(\text{aq})}$ יש להוסיף לחלב.

$\text{KSCN}_{(\text{s})} \xrightarrow{\text{H}_2\text{O}_{(\text{l})}} \text{K}^+_{(\text{aq})} + \text{SCN}^-_{(\text{aq})}$		
1	:	1 : 1
		$1.55 \cdot 10^{-4} \text{ M}$
		1 liter
$1.55 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$	←	$1.55 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$
		יחס מולים
		ריכוז (C)
		נפח תמיסה (V)
		מספר מולים (n)

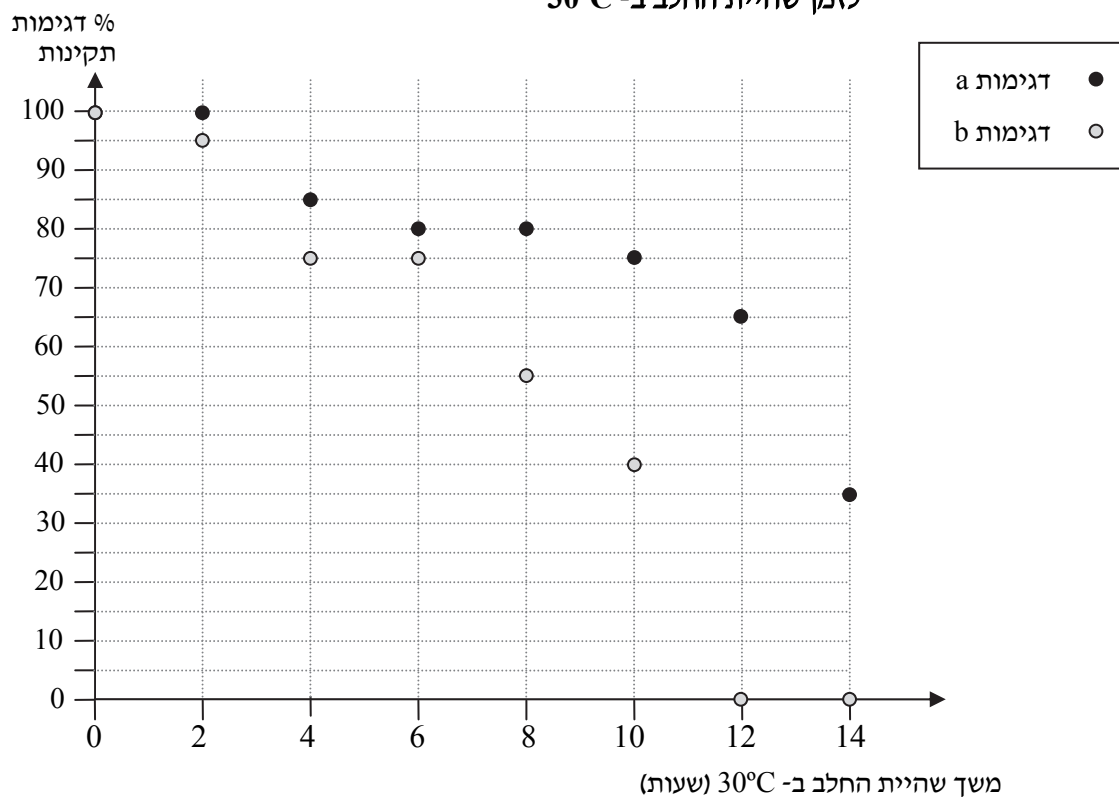
נחשב את מסת $\text{KSCN}_{(\text{s})}$ שהוסיפו לחלב.

$$m_{\text{KSCN}_{(\text{s})}} = n \cdot M_{\text{W}} = 1.55 \cdot 10^{-4} \cdot 97 = 1.5 \cdot 10^{-2} \text{ gr}$$

מסת $\text{KSCN}_{(\text{s})}$ שהוסיפו ל- 1 ליטר חלב היא 0.015 גרם.

ב.

הקשר בין אחוז הדגימות התקינות
לזמן שהיית החלב ב- 30°C



- ג. i שאלת החקר: מה הקשר בין משך החזקת הדגימות ב- 30°C לבין אחוז הדגימות התקינות? אפשרות נוספת: האם וכיצד משפיעה הוספת התמיסות $\text{KSCN}_{(\text{aq})}$ ו- $\text{H}_2\text{O}_{2(\text{aq})}$ על אחוז הדגימות התקינות בזמן נתון?
- ii הדגימות $b_{20} - b_1$ הן בקרה חיצונית הבודקת כיצד משתנה אחוז דגימות החלב התקינות במשך הזמן ללא טיפול לקטילת חיידקים, כאשר הן מוחזקות בטמפרטורה של 30°C .
- iii הגורמים הקבועים במחקר: (יש לרשום שניים מבין הגורמים הבאים)
1. טמפרטורת המדגמים.
 2. הריכוז ההתחלתי של יוני $\text{SCN}^{-}_{(\text{aq})}$.
 3. נפח החלב שנלקח למדגם.
 4. צורת הבדיקה של המדגמים לקביעת התקינות.
 5. נפח $\text{KSCN}_{(\text{aq})}$.
 6. סוג הכלים.
 7. חלב מאותו מקור.
- ד. i מסקנות אפשריות מהניסוי:
1. התגובה לקטילת החיידקים עוזרת להאטת תהליך ההחמצה של החלב.
 2. כאשר משך השהיית החלב גדול יותר, אחוז הדגימות התקינות קטן.
- ii נושאים אפשריים להמשך המחקר:
1. כיצד משפיע ריכוז יוני $\text{SCN}^{-}_{(\text{aq})}$ על אחוז הדגימות התקינות בטמפרטורה של 30°C לאחר זמן קבוע.
 2. כיצד משפיעה הטמפרטורה על אחוז הדגימות התקינות לאחר זמן קבוע.
- ה. i
- $$\text{CH}_3\text{CH}(\text{OH})\text{COOH}_{(\ell)} + \text{H}_2\text{O}_{(\ell)} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{CH}(\text{OH})\text{COO}^{-}_{(\text{aq})} + \text{H}_3\text{O}^{+}_{(\text{aq})}$$
- $$\text{NaOH}_{(\text{s})} \xrightarrow{\text{H}_2\text{O}_{(\ell)}} \text{Na}^{+}_{(\text{aq})} + \text{OH}^{-}_{(\text{aq})}$$
- התגובה שהתרחשה בערבוב התמיסות היא תגובת סתירה:
- $$\text{H}_3\text{O}^{+}_{(\text{aq})} + \text{OH}^{-}_{(\text{aq})} \longrightarrow 2\text{H}_2\text{O}_{(\ell)}$$

ii נחשב כמה מול יוני $\text{OH}^-_{(\text{aq})}$ הגיבו.

$\text{NaOH}_{(\text{aq})} \xrightarrow{\text{H}_2\text{O}_{(\ell)}} \text{Na}^+_{(\text{aq})} + \text{OH}^-_{(\text{aq})}$		
1	:	1 : 1
0.1M		
0.003 liter		
0.0003mol	↓	→ 0.0003mol
		יחס מולים
		ריכוז (C)
		נפח תמיסה (V)
		מספר מולים (n)

נמצא את מספר המולים של יוני $\text{H}_3\text{O}^+_{(\text{aq})}$ שהגיבו.

$\text{H}_3\text{O}^+_{(\text{aq})} + \text{OH}^-_{(\text{aq})} \longrightarrow 2\text{H}_2\text{O}_{(\ell)}$		
1	:	1 : 2
0.0003mol	←	0.0003mol
		יחס מולים
		מספר מולים (n)

נחשב את המסה של חומצה לקטית ב- 10 מיליליטר חלב שהגיבו.

$\text{CH}_3\text{CH}(\text{OH})\text{COOH}_{(\ell)} + \text{H}_2\text{O}_{(\ell)} \longrightarrow \text{CH}_3\text{CH}(\text{OH})\text{COO}^-_{(\text{aq})} + \text{H}_3\text{O}^+_{(\text{aq})}$		
1	:	1 : 1
0.0003mol		0.0003mol
90gr/mol		
0.027gr	↓	
		יחס מולים
		מספר מולים (n)
		מסה מולרית (M_w)
		מסה (m)

נחשב את המסה של 10 מיליליטר חלב בעזרת ערך משולש.

המסה של 1 מיליליטר חלב היא 1.03 גרם.

המסה של 10 מיליליטר חלב היא m גרם.

$$m = \frac{10 \cdot 1.03}{1} = 10.3 \text{ gr}$$

אחוז החומצה הלקטית שווה למסת החומצה הלקטית ב- 10 מ"ל חלב חלקי מסת 10 מ"ל חלב

כפול 100.

$$\% = \frac{0.027}{10.3} \cdot 100 = 0.26\%$$

אחוז החומצה הלקטית בדגימה שנבדקה הוא 0.26%.